Exercícios de Astronomia e Astrofísica para olimpíadas culturais. Volume 01

Thiago Paulin Caraviello

Introdução

Exercícios de Astronomia e Astrofísica para olimpíadas culturais é uma compilação de 130 testes que tem por objetivo complementar os estudos dos alunos do ensino médio envolvidos em atividades olímpicas culturais de Astronomia e Astrofísica. É uma ferramenta espetacular para aqueles que já tiveram contato com o assunto.

Os exercícios foram selecionados a partir dos temas mais frequentes presentes nas seletivas das equipes de estudantes que participaram da Olimpíada Latino-americana de Astronomia e Astronáutica (OLAA) e da *International Olympiad in Astronomy and Astrophysics* (IOAA).

Autor

Professor de Física e Astronomia para alunos do ensino médio desde 2003, formado pela Universidade de São Paulo, possui grande experiência em competições olímpicas culturais de Astronomia. Esteve presente em 5 edições da Olimpíada Latino-americana de Astronomia e Astronáutica: IV OLAA - Colômbia, V OLAA - Bolívia, VII OLAA - Brasil, VIII OLAA - Argentina, IX OLAA - Chile; e em 5 edições da *International Olympiad in Astronomy and Astrophysics* : 7th IOAA - Grécia, 8th IOAA - Romênia, 10th IOAA - Índia, 11th IOAA - Tailândia, 13th IOAA - Hungria. Atual membro da comissão organizadora da OBA.

Índice

Astronomia

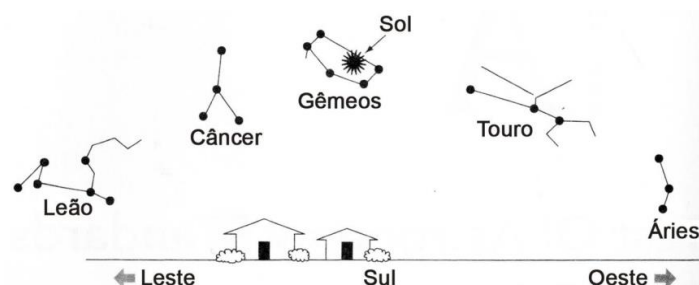
1) O que podemos afirmar, com certeza, sobre o Sol em relação as outras estrelas?
a) O Sol é muito maior que as outras estrelas.
b) As outras estrelas são mais distantes que o Sol.
c) O Sol é o centro da galáxia, diferente das estrelas.
d) O Sol é quente, enquanto as estrelas são frias.

2) Vistas daqui, as estrelas do Cruzeiro do Sul podem ser conectadas com linhas imaginárias para formar a figura de uma cruz. Até onde teríamos que viajar para primeiro observar uma mudança notável na figura formada por estas estrelas?
a) até a Austrália. b) até a Lua. c) até Plutão. d) até uma estrela distante.

3) No futuro, poderá haver pessoas trabalhando na Lua por muito tempo. Será possível observar um eclipse total do Sol morando na Lua?
a) Sim, todos os meses.
b) Não, nunca.
c) Sim, mas só no momento que estivermos presenciando um eclipse lunar, da Terra.
d) Sim, mas só no momento que estivermos presenciando um eclipse solar, da Terra.

4) Em 20 de março, o Sol ocultou-se diretamente na direção do ponto cardeal oeste, como mostra o diagrama abaixo. Onde ele se ocultou duas semanas depois?

a) Mais para o Sul. b) No mesmo lugar. c) Mais para o Norte. d) Impossível prever.

5) Como seria o céu se você pudesse ver as outras estrelas com o Sol acima do horizonte? O desenho abaixo representa esta situação em um determinado dia. O Sol cruza o meridiano local na constelação de Gêmeos. Em qual constelação estará o Sol, no poente, desse mesmo dia?

a) Gêmeos. b) Touro. c) Áries. d) Câncer.

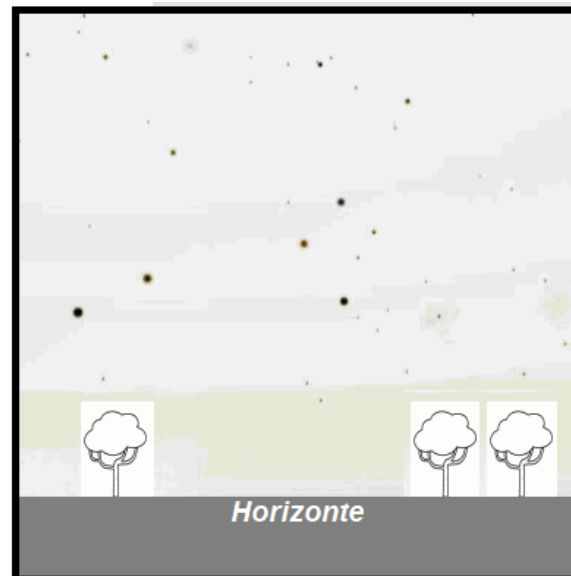
6) A representação da questão anterior (questão 5) mostra a posição das estrelas ao meio-dia de um certo dia. Quanto tempo aproximadamente você precisará esperar para ver a constelação de Gêmeos na mesma posição à meia-noite?
a) 12 horas b) 6 meses c) 1 ano d) Gêmeos nunca estará nessa posição à meia-noite.

7) Quão distante está o horizonte de você, considerando que sua altura é de 1,8 m? Considere que você está de pé em um terreno plano que não há montanhas próximo de você e a elevação do local é 0 m. Ignore os efeitos de refração atmosférica e o achatamento terrestre.
a) 2,4 km b) 4,8 km c) 24km d) 48km e) 240 km

8) O semieixo maior da órbita de Mercúrio é 0,387 ua, e o de Vênus é 0,719 ua. Visto de Vênus, qual seria a maior separação angular entre Mercúrio e o Sol? Suponha que as órbitas circulares.
a) 15,5º b) 28,2º c) 32,6º d) 42,9º

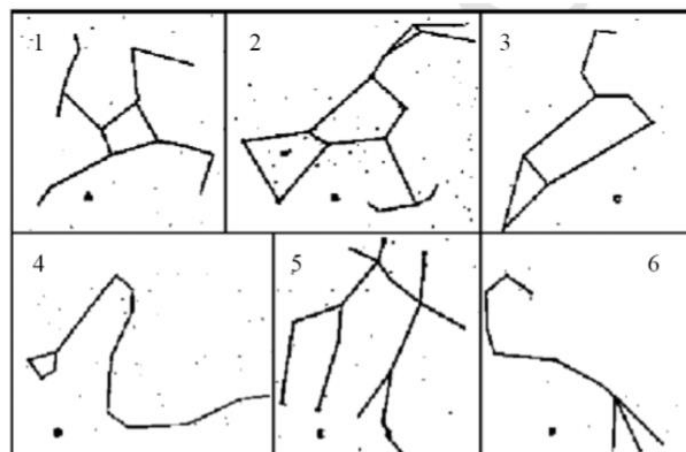
9) Uma pessoa sai para observar o céu e o vê como na imagem ao lado (cores invertidas). Ela repara que naquele momento a constelação do Cruzeiro do Sul está "em pé", apontando diretamente para o Ponto Cardeal Sul. Considere as afirmações a seguir e responda:

I – Esta pessoa se encontra no Hemisfério Sul;
II – Esta pessoa se encontra no Hemisfério Norte;
III – Podemos afirmar que o momento era meia-noite, pois o Cruzeiro está "em pé";

a) Apenas a afirmação I está correta.
b) Apenas a afirmação II está correta.
c) As afirmações I e III estão corretas.
d) As afirmações II e III estão corretas.

10) Imagine um observador em alguma lua de Júpiter (5,2 ua do Sol). Usando o método da paralaxe trigonométrica, seria possível estimar a distância de quantas estrelas?

a) Mais do que na Terra, pois a linha-base dos triângulos seria maior.
b) Mais do que na Terra, pois a distância às estrelas seria menor.
c) Menos do que na Terra, pois a distância ao Sol seria maior, deixando mais incerto o uso do método.
d) O mesmo que na Terra, já que as dimensões do Sistema Solar são desprezíveis com relação às distâncias das estrelas.

11) Um estudante, fascinado por Astronomia, foi a uma apresentação de planetário. Durante a sessão, ele foi apresentado a várias constelações, entre elas Hércules, Touro, Escorpião, Órion, Ursa Maior, Gêmeos, Dragão, Leão e Virgem. Ele esboçou as figuras de algumas dessas constelações em seu caderno, como você pode ver ao lado, mas, infelizmente, ele se esqueceu de escrever os nomes das constelações. Assinale a alternativa que traz a ordem correta dos nomes das constelações esboçadas.

a) Órion, Hércules, Dragão, Leão, Gêmeos e Escorpião.
b) Órion, Hércules, Leão, Escorpião, Gêmeos e Dragão.
c) Hércules, Órion, Dragão, Escorpião, Gêmeos e Leão.
d) Hércules, Órion, Leão, Dragão, Gêmeos e Escorpião.

12) No final de junho de 2018, Marte começou a apresentar seu movimento retrógrado no céu. A configuração Sol-Terra-Marte, que leva ao movimento retrógrado, repete-se periodicamente. Sabendo que Marte dá uma volta completa ao redor do Sol em cerca de 687 dias, assinale a data aproximada em que Marte começou, ou começará, seu movimento retrógrado novamente.
a) Setembro de 2020. b) Faltam informações para esse cálculo. c) Final de junho de 2019. d) Maio de 2020.

13) Em sua oposição o planeta Marte não pode estar em conjunção com certos planetas ou planetas anões. Das opções abaixo, assinale quais.

a) Júpiter e/ou Saturno b) Vênus e/ou Mercúrio c) Urano e/ou Netuno d) Ceres e/ou Plutão

14) Quando observamos a Lua notamos que ela apresenta praticamente a mesma face voltada para a Terra. Isto decorre do fato de que sua rotação possui, muito aproximadamente, a mesma duração de seu período sideral em torno da Terra. Considere as seguintes afirmativas referentes a um observador situado na superfície da Lua:
I. É possível que um observador na superfície da Lua veja a Terra aparecer e desaparecer no seu horizonte.
II. A Terra aparece e desaparece no horizonte para um observador situado nos polos selenográficos.
III. A Terra nunca está visível para um observador situado no seu hemisfério oculto.
IV. A Terra sempre está visível para um observador situado no seu hemisfério visível.

Assinale a alternativa certa:
a) Todas as afirmativas estão certas. b) Todas as afirmativas estão erradas.
c) Apenas as afirmativas I e II estão certas. d) Apenas as afirmativas III e IV estão certas.

15) Em qual das fases da Lua a Terra sofrerá maior deformação devido a forças de maré?
a) Cheia b) Quarto crescente c) Crescente Convexa (gibosa) d) Minguante Côncava e) Crescente côncava

16) Qual o período de revolução de Sirius (Alpha Canis Majoris) em torno da Lua, visto da Lua?
a) Um dia. b) Um mês sinódico. c) Um mês sideral. d) Um Ciclo de Sarros.

17) A tabela ao lado traz uma lista de estrelas e suas ascensões retas. Considere as afirmações a seguir e responda:
I – Quando a ascensão reta do Sol é α = 6h, as estrelas 1, 3 e 5 são visíveis;
II – Quando a ascensão reta do Sol é α = 6h, as estrelas 1, 3 e 5 não são visíveis;
III – Quando a ascensão reta do Sol é α = 18h, as estrelas 2 e 4 são visíveis;
IV – Quando a ascensão reta do Sol é α = 18h, as estrelas 2 e 4 não são visíveis;

Estrela	ascensão reta
1	1h
2	21h
3	11h
4	16h
5	5h

a) As afirmações I e III são verdadeiras.
b) As afirmações II e IV são verdadeiras.
c) Apenas a afirmação II é verdadeira.
d) As estrelas são sempre visíveis, independente da ascensão reta do Sol.

18) Considere que a obliquidade da eclíptica seja e = 23,5° e que a latitude de São Paulo seja 23,5° S. Em qual dia do ano o Sol passa pelo nadir de São Paulo?
a) No dia do equinócio de março. b) No dia do solstício de dezembro.
c) No dia do solstício de junho. d) No dia do equinócio de setembro.

19) Considere que a obliquidade da eclíptica seja e = 23,5°. Quais as coordenadas equatoriais do Sol no equinócio de março e no solstício de dezembro, respectivamente?
a) α = 12h, δ = 0° e α = 18h, δ = +23,5° b) α = 0h, δ= 0° e α = 18h, δ = −23,5°
c) α = 0h, δ = +23,5° e α = 6h, δ = 0° d) α = 6h, δ = 0° e α = 12h, δ = −23,5°

20) A estrela Alpha Carinae (também conhecida por Canopus) é a estrela mais brilhante da constelação de Carina e a segunda estrela mais brilhante no céu, com a magnitude aparente m = − 0,72. Ela é uma estrela supergigante branco-amarelada localizada no hemisfério celeste sul, com uma declinação de − 52° 42' e uma ascensão reta de 06h24min. Com essas informações, responda, em quais locais da Terra ela permanece sempre acima do horizonte?
a) Somente em locais com latitudes inferiores a − 37°18'. c) Somente no polo sul.
b) Somente em locais com latitudes superiores a +37°18'. d) Somente no hemisfério sul.

21) Consultando o Anuário do Observatório Nacional (Efemérides Astronômicas) ficamos sabendo que o Sol nasceu no dia 20/03/2016 às 06h 10 min na cidade de São Paulo (23,5° S ; 46,6° W). Neste mesmo dia, o Sol nasceu aproximadamente a que horas na cidade de Bertioga (23,9° S ; 46,1° W)?

a) 06h 08min b) 06h 09min c) 06h 10min d) 06h 11min

22) Em um lugar do hemisfério Sul, cuja latitude se desconhece, um observador determinou a distância zenital máxima e mínima de uma estrela circumpolar, encontrando os seguintes valores: $z_{máx}$ = 81° e $z_{mín}$ = 22°40'. Qual das opções abaixo representa a latitude do lugar?

a) −76°20' b) −38°10' c) −60°50' d) −9°

23) Na noite de 16 de outubro de 2016, às 20h00 (Hora Legal Local), quais objetos não podem ser vistos no céu da cidade de Curitiba (Latitude = 25° 25' 47" S, Longitude = 49°16'19" O)?

a) Objetos com H< 0 h (H = ângulo horário)
b) Objetos com δ ≥ + 65° (δ = declinação)
c) Objetos com A< 49° (A = azimute)
d) Objetos com ângulo zenital maior que 55°

24) Considere duas estrelas hipotéticas A e B tais que suas coordenadas equatoriais são $\delta_A = 30^o ; \alpha_A = 60^o$ e $\delta_B = 60^o$ e $\alpha_B = 90^o$, respectivamente. Podemos afirmar que a separação angular destes dois astros vale, aproximadamente:

a) 30° b) 32° c) 36,5° d) 41,5°

25) Um telescópio está apontado para uma estrela A com as seguintes coordenadas: α_A = 0 h 43 min 35,52 s e δ_A = −17° 59' 11,2". Pretende-se movimentar o telescópio para uma estrela B com coordenadas α_B = 1 h 37 min 43 s e δ_B = 57° 14' 13,3". Qual será o deslocamento angular realizado pelo telescópio?

a) 18° 42' 46,4" b) 39° 15' 22,9" c) 76° 4' 19,7" d) 59° 16' 57,6"

26) Um grupo de estudantes do Instituto de Tecnologia da Califórnia (*Caltech*) está planejando uma brincadeira interessante este ano. A ideia é lançar um foguete até o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (*MIT*) e fazê-lo explodir sobre o Grande Domo do *MIT*. O foguete contém um paraquedas gigante com o logo da *Caltech* impresso, fazendo com o Grande Domo fosse coberto. Qual é a distância que o foguete precisa voar? As informações de latitude e longitude são dadas na tabela a seguir. Assuma que a Terra é uma esfera perfeita, com raio de 6371 km.

	Latitude	***Longitude***
Grande Domo do *MIT*	42,3601° N	71,0942° W
Caltech	34,1377° N	118,1253° W

a) 3890 km b)4160 km c) 4780 km d) 4910 km e) 5290 km

27) Um observador no Hemisfério Norte está sem seu GPS e precisa saber sua latitude. Ele, então, finca uma vareta verticalmente, no centro de uma grande área horizontal, de forma que ela fique com 1,000 metro de altura. Depois ele mediu o menor comprimento da sombra da vareta e anotou 1,732 m. Neste mesmo dia ele anotou o maior comprimento da sombra, que foi de 5,671 m. Encontre a latitude do observador sabendo que a declinação do Sol nesse dia é +20,0°. Considere o Sol como uma fonte puntiforme e ignore a refração atmosférica.
Dica: Como o maior comprimento da sombra da vareta foi finito, o observador está numa região onde, neste dia, o Sol é circumpolar.

a) 80° b) 90° c) 45° d) 0°

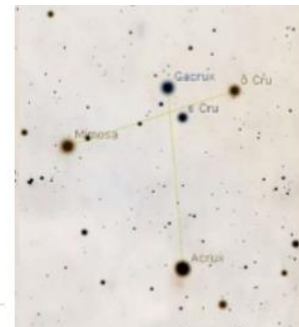
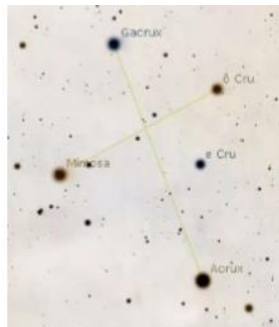
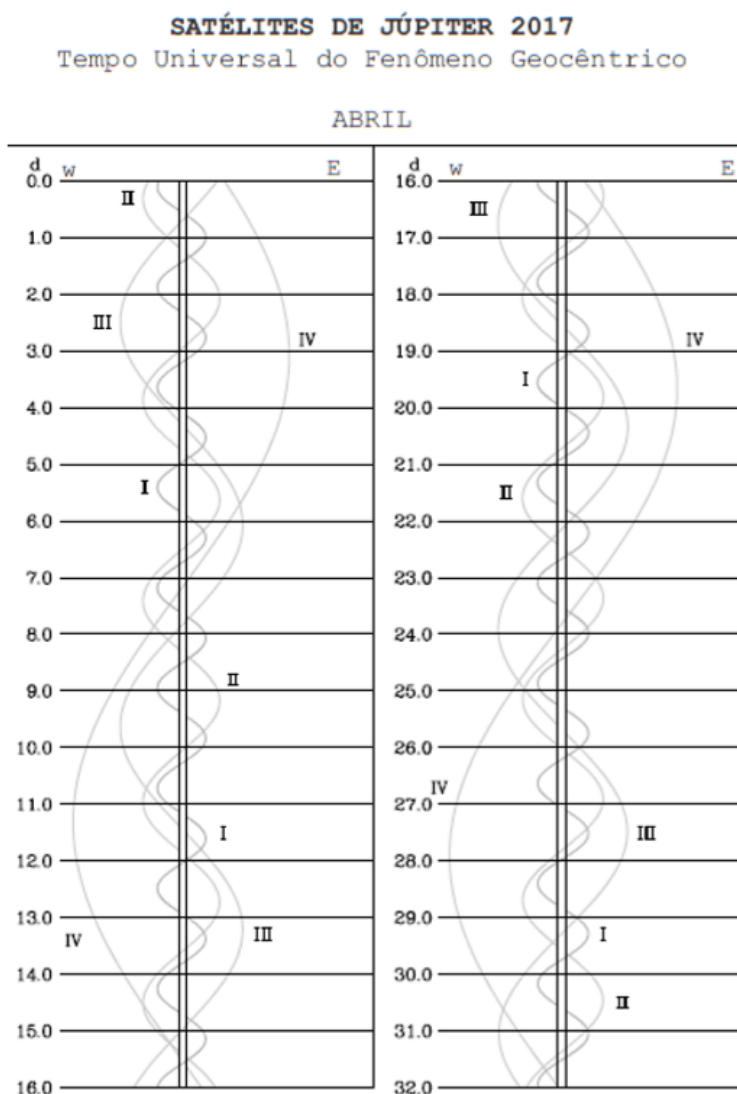
28) Considere os dados da tabela e as afirmações a seguir e responda:

I – Spica pertence ao hemisfério sul celeste, enquanto Vega pertence ao hemisfério norte celeste;
II – Spica e Antares podem ser vistas em Quebec (φ= 47° N);
III – Mirphak, Vega e Acubens estão na faixa do zodíaco;
IV – Antares é circumpolar em Porto Alegre (φ = 30° S);

Estrela	Ascensão Reta (AR)		Declinação (δ)
	(h)	(m)	(°)
Mirphak (αPersei)	3	25	+50
Denebola (βLeonis)	11	49	+14
Vega (αLyrae)	18	37	+39
Antares (αScorpii)	16	29	-26,5
Acubens (αCancri)	8	59	+11
Aldebaran (αTauri)	4	37	+16
Miaplacidus (βCarinae)	9	13	-69
Spica (αVirginis)	13	25	-11

a) Apenas as afirmações I e II são verdadeiras.
b) Apenas as afirmações I e III são verdadeiras.
c) Apenas as afirmações III e IV são verdadeiras.
d) As afirmações I, II e III são verdadeiras.

29) As imagens ao lado mostram as principais estrelas do Cruzeiro do Sul como as vemos hoje e como elas serão vistas daqui a 20 mil anos. Esta “mudança de forma” do Cruzeiro do Sul se deve:

a) À paralaxe estelar
b) À precessão dos Equinócios
c) À evolução estelar
d) Ao movimento próprio das estrelas

30) O gráfico a seguir traz as posições das luas galileanas em relação ao planeta Júpiter durante o mês de abril. Os números são os dias do mês (escala vertical), os algarismos romanos são as identificações das luas em ordem crescente de distância ao planeta e o próprio planeta Júpiter (ou o seu diâmetro) é representado pelas duas linhas paralelas, próximas entre si, entorno das quais as luas oscilam entre leste (E) e oeste (W).

SATÉLITES DE JÚPITER 2017
Tempo Universal do Fenômeno Geocêntrico

Agora que você já sabe como ler as informações no gráfico, considere as afirmações a seguir e responda:

I – Quando o dia 8 começou apenas Io estava a leste de Júpiter. Depois trocou de lado com Europa;
II – No dia 13 tivemos, primeiro, o trânsito de Io e depois o trânsito de Europa;
III – Quando o dia 24 começou, Ganimedes era a lua visualmente mais afastada de Júpiter;
IV – Calisto foi ocultada no dia 7.

a) Todas são verdadeiras
b) Apenas as afirmações I e III são verdadeiras
c) Apenas as afirmações II e IV são verdadeiras
d) Todas são falsas

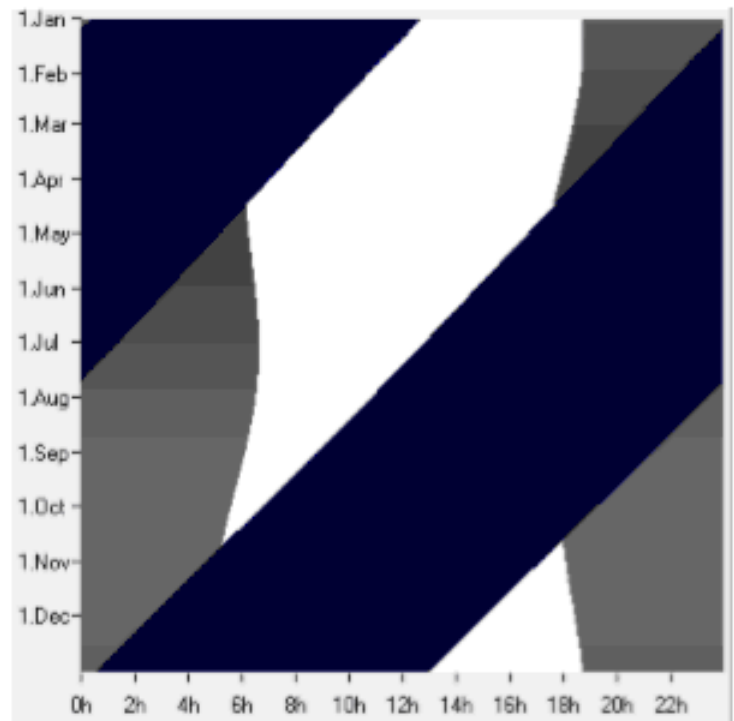
31) O gráfico ao lado apresenta a visibilidade diária (eixo horizontal) do planeta Urano ao longo do ano de 2017 (eixo vertical), para o Rio de Janeiro.

No gráfico, a região preta indica que o planeta está abaixo do horizonte, o tom cinza significa que o planeta está visível e o branco significa que o planeta está acima do horizonte juntamente com o Sol. Agora que você já sabe como ler as informações no gráfico, considere as afirmações a seguir e responda:

I - Em 1° de fevereiro quando o Sol se pôs Urano já estava no céu;

II - De agosto a novembro Urano pode ser observado à meia-noite;

III - Em 1° de outubro, às 22h, Urano estará a oeste.

a) Todas as afirmações são verdadeiras.
b) Somente as afirmações I e II são verdadeiras.
c) Somente a afirmações III é verdadeira.
d) Todas as afirmações são falsas

32) O gráfico ao lado apresenta a previsão da visibilidade diária (eixo horizontal) do planeta Marte ao longo do ano de 2018 (eixo vertical), para o Rio de Janeiro.

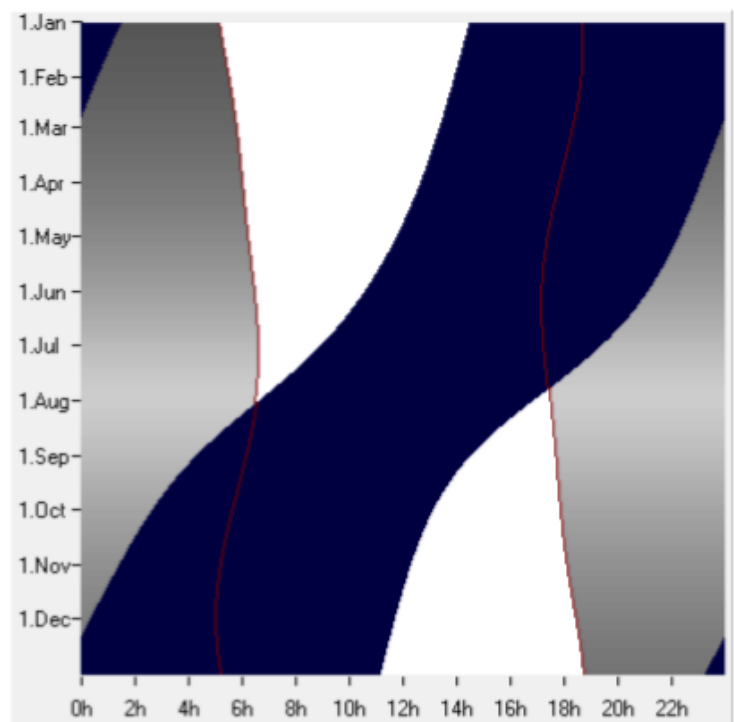
No gráfico, o escuro (preto) significa que o planeta está abaixo do horizonte, o tom cinza significa que o planeta está visível e o branco significa que o planeta está acima do horizonte juntamente com o Sol. Agora que você já sabe como ler as informações no gráfico, considere as afirmações a seguir:

I – Por cerca de nove meses, Marte poderá ser observado à meia-noite;

II – Durante janeiro e fevereiro, Marte estará acima do horizonte ao meio-dia;

III – Em 1º de maio, às 23h, Marte estará próximo ao horizonte leste.

Assinale a resposta correta:

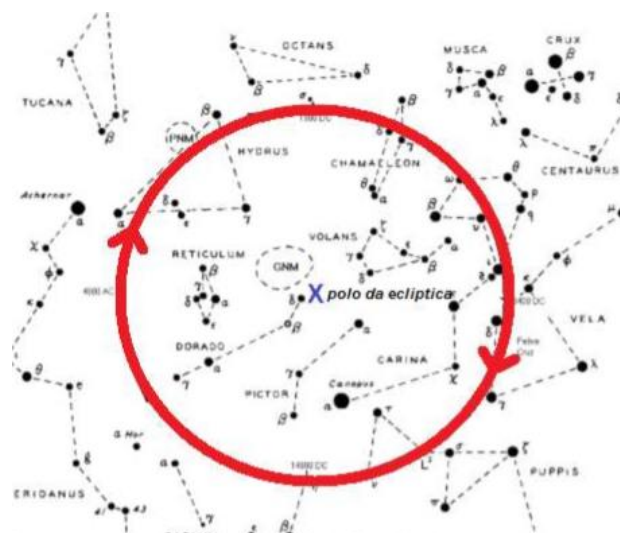
a) Todas as afirmações são verdadeiras
b) Somente as afirmações I e II são verdadeiras
c) Somente a afirmações III é verdadeira
d) Todas as afirmações são falsas

33) A sequência de imagens mostra o Sol se pondo de forma bem inclinada na direção do horizonte oeste no dia 18 de abril de 2011.

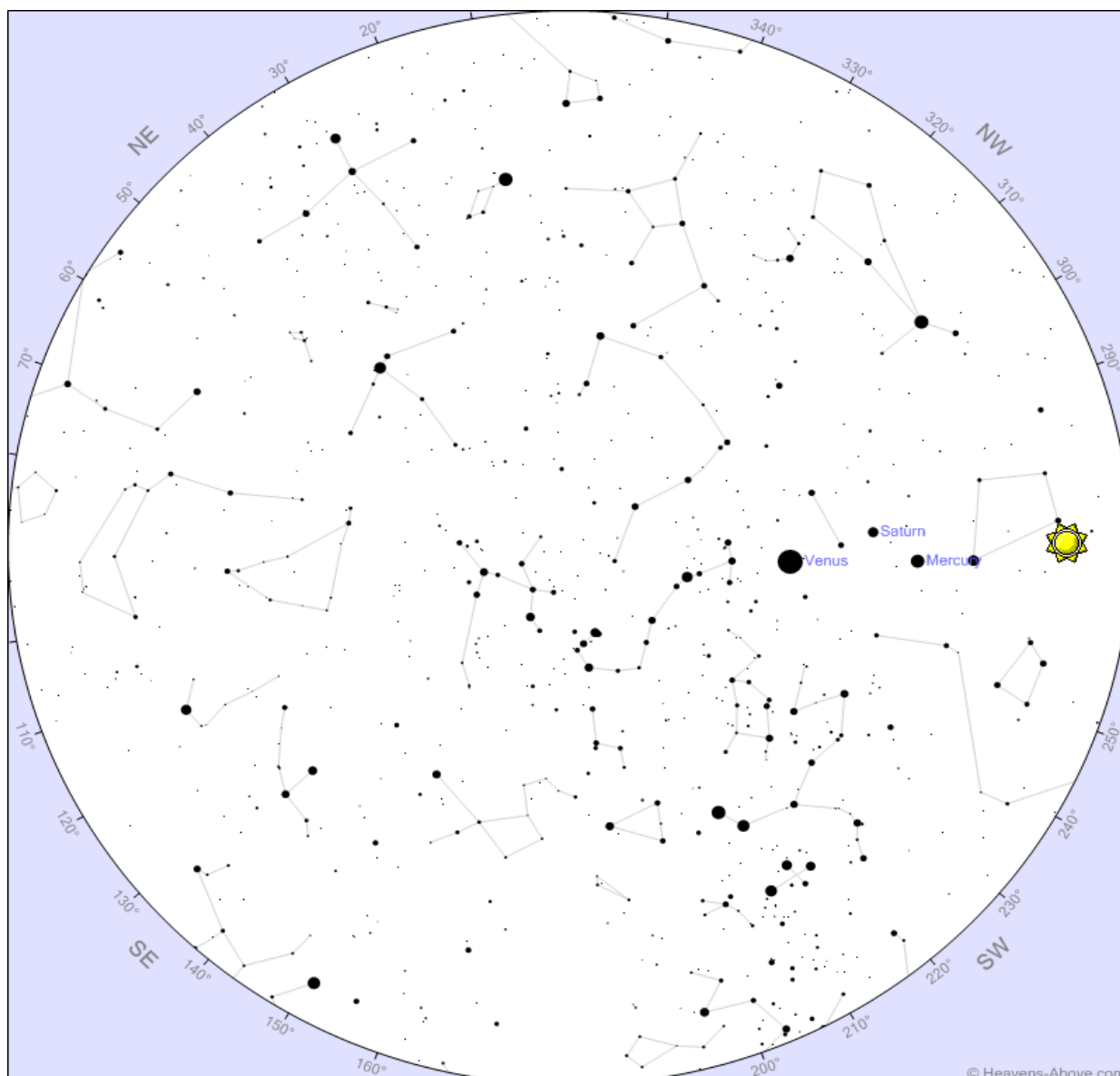
Assinale a opção que indica corretamente o local onde as imagens foram obtidas:

a) Que este local fica entre o Trópico de Câncer e o Círculo Polar Ártico.
b) Que este local fica entre o Trópico de Câncer e o Trópico de Capricórnio.
c) Que este local fica entre o Trópico de Capricórnio e o Círculo Polar Antártico.
d) Nada podemos afirmar.

34) O polo celeste não ocupa uma posição fixa no céu. Cada polo celeste se move lentamente em torno do respectivo polo da eclíptica, descrevendo aproximadamente uma circunferência de raio 23º26´. O tempo necessário para descrever uma volta é 25.770 anos. A figura abaixo ilustra este efeito para um dos polos celestes.

Analisando a figura ao lado, podemos concluir que o círculo destacado indica a:

a) Precessão do polo sul celeste
b) Precessão do polo norte celeste
c) Nutação do polo sul celeste
d) Nutação do polo norte celeste

35) Observe o mapa abaixo e analise as afirmações abaixo:

I – Trata-se de um mapa do céu para um observador no hemisfério Sul.
II – Não é possível traçar a eclíptica neste mapa.
III – A constelação da Lira aparece neste mapa.
IV – As Três Marias (Cinturão de Órion) aparecem neste mapa.

Estão corretas apenas:

a) I e II b) I e III c) II e IV d) I, II e IV

36) O Anuário do Observatório Nacional (ON) fornece dados para observação dos planetas do Sistema Solar, sob o título COORDENADAS APARENTES, onde constam: a ascensão reta, a declinação, o semidiâmetro aparente e a distância à Terra, esta em unidades astronômicas (ua). Abaixo é apresentado um trecho dessa tabela referente aos dados de um planeta externo, extraída do Anuário do ON.

Marque a opção que mais se aproxima do esperado, combinando os dois itens seguintes, tendo em vista a tabela.

a. data aproximada em que o planeta se encontra estacionário em ascensão reta, aqui nesse caso, no início do movimento retrógrado,

b. a posição particular de alinhamento espacial relativa aos astros: Sol, planeta e Terra.

DATA	ASCENSÃO RETA	DECLINAÇÃO	P.H.	S.D.	DISTÂNCIA À TERRA	P. MERID. GREENWICH
	H M S	G ' "	"	"		H M S
17	13 42 38.83	7 43 24.8	9.68	5.15	.908 5302	3 54 30
21	13 44 32.66	7 51 42.3	10.06	5.36	.873 8647	3 40 38
25	13 45 47.11	7 56 29.3	10.46	5.57	.840 4974	3 26 7
MAR. 1	13 46 19.11	- 7 57 36.4	10.88	5.79	0.808 6320	3 10 54
5	13 46 6.24	7 54 56.8	11.30	6.01	.778 4963	2 54 56
9	13 45 7.07	7 48 28.1	11.72	6.24	.750 3129	2 38 12
13	13 43 20.79	7 38 10.5	12.14	6.46	.724 2921	2 20 42

a) a. FEV. 17 , b. a caminho da conjunção com o Sol.

b) a. FEV. 25 , b. numa quadratura oriental em relação ao Sol.

c) a. MAR. 1, b. a caminho da oposição em relação ao Sol.

d) a. MAR. 5, b. numa quadratura ocidental em relação ao Sol.

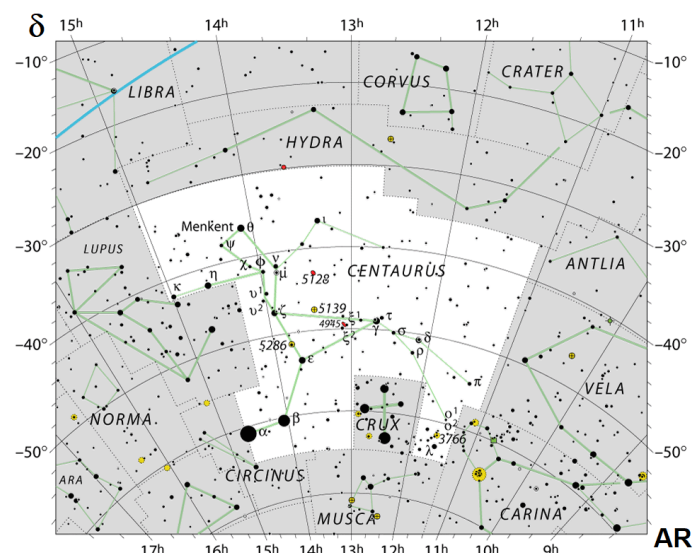
e) a. MAR. 9, b. numa quadratura oriental em relação ao Sol.

37) A Carta Celeste ao lado traz em destaque a constelação do Centauro e suas principais estrelas. Marque a opção que indica a partir de que latitude geográfica (φ) esta constelação passa a ser circumpolar.

a) 0° > ϕ > -30°

b) ϕ < -60°

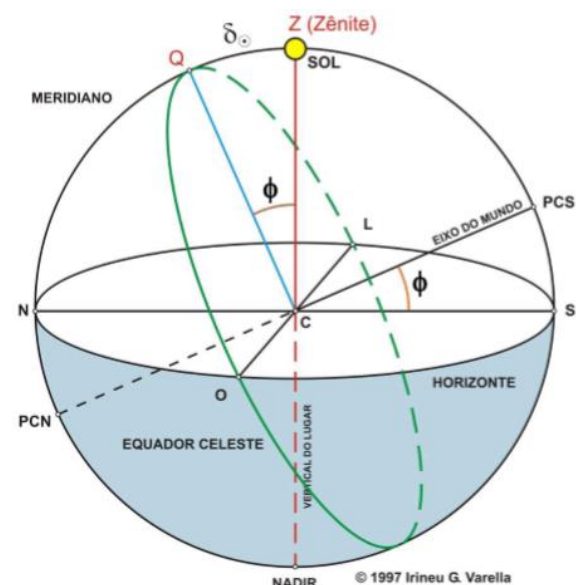
c) ϕ > -60°

d) Esta constelação nunca será circumpolar.

38) O esquema a seguir traz a Esfera Celeste e a geometria da passagem zenital do Sol, ou seja, quando ele passa a pino ao meio-dia solar verdadeiro. No desenho, PCN e PCS são respectivamente o Polo Celeste Norte e o Polo Celeste Sul. No dia 21 de outubro de 2018 as coordenadas do Sol serão: Ascensão Reta (AR_{Sol}) = 13h 42min e Declinação (δ_{Sol}) = −10° 35'. Marque nas opções abaixo a cidade em que se observará o Sol no Zênite neste dia.

a) Cidade de Tila, na Guiné (Latitude 10° 35' N, Longitude 10° 35'O)

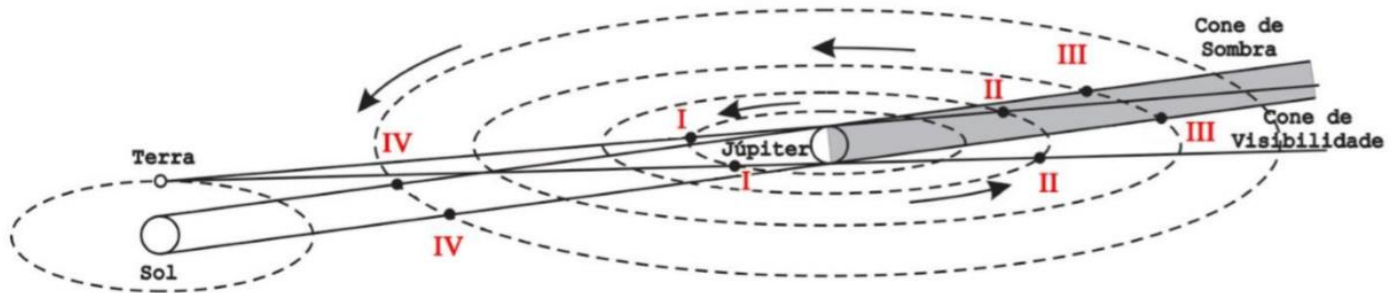
b) Cidade de Santo Antônio/BA (Latitude 13° 42' S, Longitude 41° 31'O)

c) Cidade de Japaratuba/SE (Latitude 10° 35' S, Longitude 36° 56'O)

d) Cidade de Sitokoto, no Senegal (Latitude 13° 42' N, Longitude 13° 42'O)

39) A figura a seguir traz o esquema das configurações (fora de escala) dos fenômenos dos satélites galileanos do ponto de vista da Terra (fenômenos geocêntricos). Para os satélites temos os seguintes símbolos:

I – Io **II** – Europa **III** – Ganimedes **IV** – Calisto

Os fenômenos podem ser:

- o Eclipse do satélite pela sombra do disco do planeta (Desaparecimento e Reaparecimento)
- o Trânsito da sombra do satélite pelo disco do planeta (Imersão/Entrada e Emersão/Saída)
- o Trânsito do satélite pelo disco do planeta (Imersão/Entrada e Emersão/Saída)
- a Ocultação do satélite pelo disco do planeta (Desaparecimento e Reaparecimento)

Assinale a opção que identifica corretamente os fenômenos geocêntricos dos satélites de Júpiter que estão acontecendo na figura.

a) Trânsito de Io, Ocultação de Europa (desaparecimento), Eclipse de Ganimedes (reaparecimento) e Trânsito da sombra de Calisto;
b) Trânsito de Io, Eclipse de Europa (desaparecimento), Ocultação de Ganimedes, (desaparecimento) e Trânsito da sombra de Calisto;
c) Trânsito da sombra de Io, Ocultação de Europa (desaparecimento), Eclipse de Ganimedes (reaparecimento) e Trânsito de Calisto;
d) Eclipse de Io, Trânsito de Europa (imersão), Trânsito da sombra de Ganimedes (emersão) e Eclipse de Calisto.

40) Em 27 de julho de 2018 presenciamos um belo fenômeno no céu, a oposição de Marte mais próxima da Terra desde 2003. Este fenômeno somente irá se repetir em 2035. O esquema a seguir (fora de escala) ilustra a geometria das últimas quatro oposições de Marte e das três seguintes.

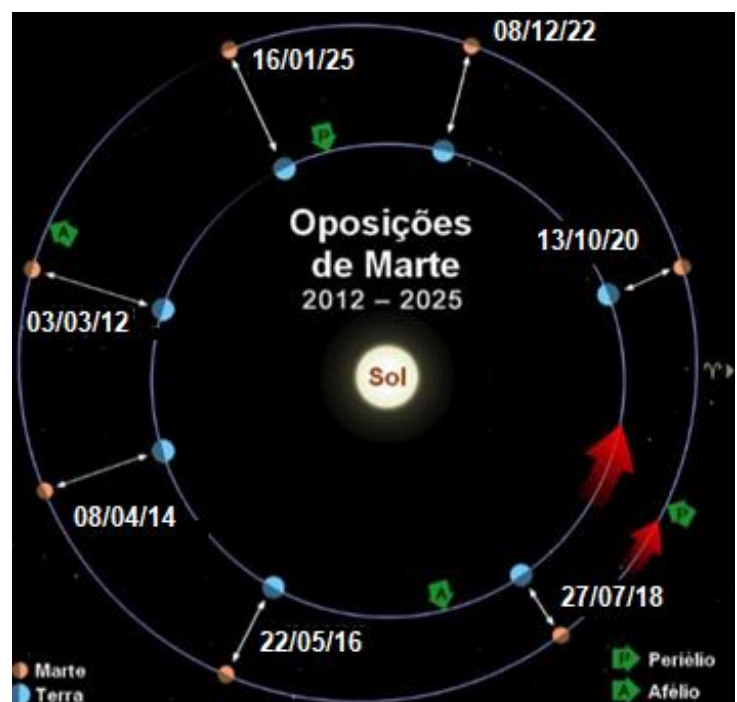
Considere as afirmações a seguir e responda:

I – O intervalo entre duas oposições de Marte é chamado Período Sinódico e vale aproximadamente 780 dias;

II – Foi somente depois da oposição do dia 27 de julho que Marte atingiu o ponto da sua órbita mais próximo do Sol;

III – O fato das oposições de Marte ocorrerem em distâncias diferentes ao longo dos anos se deve à Precessão dos Equinócios;

IV – Quando ocorre uma oposição de Marte, este se encontra em movimento retrógrado.

a) As afirmações I, II e III estão corretas.
b) Somente as afirmações II e IV estão corretas.
c) Somente as afirmações I e II estão corretas.
d) As afirmações I, II e IV estão corretas.

41) Se você estivesse no Polo Sul Geográfico da Terra, no dia do Solstício de Verão, você veria o Sol a que altura do horizonte?

a) a 0°, ou seja, no horizonte. b) a 23,5°. c) a 66,5°. d) O Sol estaria abaixo do horizonte.

42) A uma distância de 6,6 parsecs, o diâmetro angular da órbita da Terra seria de, aproximadamente

a) 0,30 segundos de arco. b) 0,15 segundos de arco. c) 0,30 milissegundos de arco. d) 0,15 milissegundos de arco.

43) Sabemos que ao longo do ano o céu vai mudando de aspecto, e que algumas constelações e planetas só podem ser vistos em algumas épocas do ano. Pensando nisso, responda: para um observador que está situado no Hemisfério Sul, em que época do ano ele poderá ver o planeta Vênus à meia-noite?

a) Em 25 de dezembro. b) No Solstício de Inverno. c) Nunca. d) No Solstício de Verão.

44) A observação do céu esteve na base do conhecimento de todas as sociedades antigas, pois elas foram profundamente influenciadas pela confiante precisão do desdobramento cíclico de certos fenômenos celestes, tais como o dia-noite, as fases da Lua e as estações do ano. O índio brasileiro também percebeu que as atividades de pesca, caça, coleta e lavoura obedecem a flutuações sazonais. Assim, ele procurou entender essas flutuações cíclicas e utilizou-as, principalmente, para a sua subsistência (Germano Bruno Afonso - UFPR).

A figura ao lado representa o asterismo de uma constelação, muito conhecida pelos indígenas brasileiros, chamada de Constelação do Homem Velho, semelhante a um homem idoso, perneta, pegando um bastão. Na segunda quinzena de dezembro, quando surge totalmente ao anoitecer, no lado Leste, indica o início do verão para os índios do sul do Brasil e o início da estação chuvosa para os índios do norte do Brasil.
Marque a opção que representa para nós o nome da estrela da Constelação do Homem Velho indicada pela seta.

a) Bellatrix (γ Ori) b) Betelgeuse (α Ori) c) Rigel (β Ori) d) Aldebaran (α Tau)

45) Com o auxílio de um planisfério celeste rotativo, um estudante sabia que no dia 5 de setembro a Constelação do Cruzeiro do Sul ficaria "deitada" às 19h30min, próxima ao horizonte, como mostra a figura. Assinale a alternativa correta:

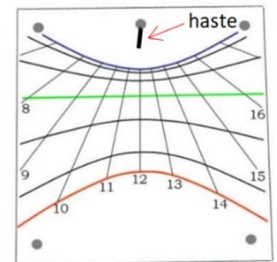
a) O estudante está em algum lugar do Hemisfério Norte e o Cruzeiro nasceu há pouco.
b) O estudante está em algum lugar do Hemisfério Norte e o Cruzeiro irá se pôr em breve.
c) O estudante está em algum lugar do Hemisfério Sul e o Cruzeiro nasceu há pouco.
d) O estudante está em algum lugar do Hemisfério Sul e o Cruzeiro irá se pôr em breve.

46) Imagine uma base lunar, com visão para um horizonte plano e desimpedido na direção do Sol nascente. Ela está localizada numa latitude selenográfica de forma que numa determinada data, a trajetória do Sol é perpendicular ao horizonte. Sendo assim, neste dia, qual é a duração aproximada do nascer do Sol para os habitantes desta base? Considere o nascer do Sol como começando quando a borda do Sol começa a surgir no horizonte e termina quando o Sol está completamente acima do horizonte.
Dados: Diâmetro angular do Sol = 32,0′ (minutos de arco); Período Sideral da Lua = 27,3 dias;
Período Sinódico da Lua = 29,5 dias.

a) 58 min. b) o mesmo tempo que na Terra. c) 63 min. d) 31 min.

47) Atualmente, na direção do Polo Norte, o eixo da Terra aponta praticamente para a estrela Polar (α UMi), conhecida por Estrela do Norte. Por que Vega (α Lyr) será considerada a Estrela do Norte, num futuro distante?

a) Devido à precessão dos equinócios. b) Devido à expansão do Universo.
c) Devido à rotação do Sol em torno do centro da galáxia. d) Devido à deriva continental.

48) As imagens ao lado trazem, à esquerda, a foto de um relógio de Sol vertical e, à direita, o esquema das linhas do seu mostrador.
Que afirmações podemos fazer sobre este relógio?

I – Seu mostrador está voltado para o Norte, a linha curva inferior corresponde à trajetória da sombra do gnômon no dia do Solstício de Verão e ele está no Hemisfério Sul;
II – Seu mostrador está voltado para o Sul, a linha curva inferior corresponde à trajetória da sombra do gnômon no dia do Solstício de Verão e ele está no Hemisfério Norte;
III – Seu mostrador está voltado para o Sul, a linha curva inferior corresponde à trajetória da sombra do gnômon no dia do Solstício de Inverno e ele está no Hemisfério Norte;
IV – Seu mostrador está voltado para o Norte, a linha curva inferior corresponde à trajetória da sombra do gnômon no dia do Solstício de Inverno e ele está no Hemisfério Sul.

a) II b) IV c) I d) III

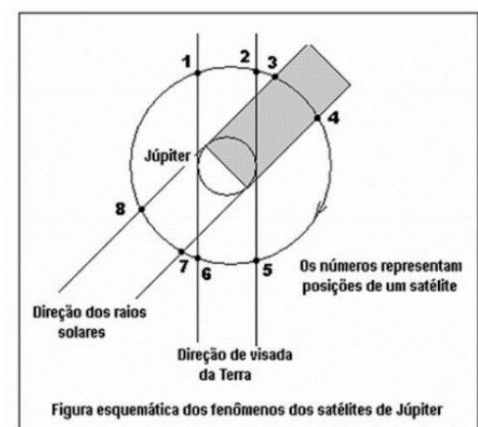
49) Uma sonda pousada em um asteroide se comunica via rádio com o centro de comando na Terra. A cada mensagem recebida da Terra, a sonda envia automaticamente e imediatamente uma mensagem de confirmação. Sabe-se que, quando o asteroide está em quadratura, o atraso entre o envio e a recepção da mensagem com centro de comando é 800,00 s mais longo que quando o asteroide está em oposição. Qual é a distância aproximada do asteroide ao Sol, em unidades astronômicas? Considere as órbitas circulares e coplanares.

a) 1,30 b) 2,60 c) 3,90 d) 5,20

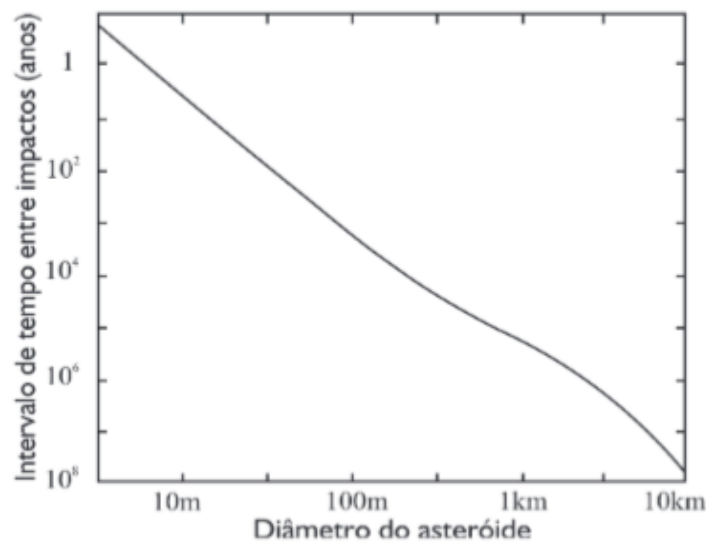
50) A orientação dos planos das órbitas dos satélites de Júpiter permite que diversos fenômenos como Trânsito (TR), Ocultação (OC), Eclipse (EC) e Sombra (SO) possam ser vistos da Terra. A figura esquemática destes fenômenos pode ser vista a seguir, com o ângulo entre as direções dos raios solares e de visada da Terra fora de escala para melhor compreensão da figura.
Na figura, um satélite em sua órbita é representado por pontos de 1 a 8, correspondentes aos vários fenômenos usualmente observados na Terra através de telescópios.
Avalie as afirmações a seguir e marque a resposta certa:

Figura esquemática dos fenômenos dos satélites de Júpiter

I – Entre os pontos 1 e 2 temos o Trânsito (TR) do satélite;
II – Ente os pontos 3 e 4 o satélite não pode ser visto da Terra, pois ele estará atrás de Júpiter;
III – Ente os pontos 5 e 6 temos a Ocultação (OC) do satélite;
IV – Entre os pontos 7 e 8 poderemos ver ao mesmo tempo o satélite e sua Sombra (SO).

a) As afirmações I e III estão corretas. b) Apenas a afirmação II está correta.
c) As afirmações II e IV estão corretas. d) Apenas a afirmação IV está correta.

Astrofísica

1) A análise das crateras de impacto na Terra revela que, felizmente, o número atual de fragmentos cósmicos (meteoritos) decresce conforme o tamanho deles aumenta. Por isso a probabilidade de colisão da Terra com um objeto grande (e perigosa para nós) é pequena, todavia não é nula. A figura ao lado traz a probabilidade teórica de impacto cósmico em função do tamanho do objeto (fonte: Jakosky, B.: The Search for Lite onOtherPlanets, Cambridge University Press, 25, 1998).
Analisando o gráfico, podemos afirmar que, em teoria, o intervalo médio de queda de um objeto cósmico de ~30 m de diâmetro é da ordem de:

a) 1 a cada ano. b) 1 a cada 10 anos.
c) 1 a cada 100 anos. d) 1 a cada 1000 anos.

2) A bolha local é a região do universo onde se localiza o Sistema Solar, situada no braço de Órion da Via Láctea. Estima-se que a densidade média do gás interestelar da bolha é da ordem de 10^3 átomos/m^3. Se considerarmos, em primeira aproximação, que este gás é composto apenas de hidrogênio, a massa total de gás interestelar contida nesta bolha dentro de um volume igual ao da Terra será de aproximadamente:
Adote: massa de 1 átomo de hidrogênio = $1{,}67.10^{-27}$ kg.
a) 5,4 g b) 1,8 g c) 5,4 kg d) 1,8 kg

3) A Lei de Wien (ou Lei do deslocamento de Wien) é a lei da física que relaciona o comprimento de onda onde se situa a máxima emissão de radiação eletromagnética de corpo negro e sua temperatura. Um fóton deve ter comprimento de onda menor que $9{,}12.10^{-8}$ m para ionizar um átomo de hidrogênio. A temperatura que uma estrela deve ter para que o pico de sua emissão de corpo negro seja neste comprimento de onda é de aproximadamente:
a) $3{,}18.10^{10}$ K b) $3{,}18.10^{6}$ K c) $3{,}18.\ 10^{4}$ K d) $3{,}18.10^{2}$ K

4) Pela Lei de Wien, qual é o comprimento de onda do pico da emissão termal de Netuno? Em que região do espectro eletromagnético ele se encontra? Considere a temperatura superficial de Netuno de -214 ºC.
a) 49,1 μm, infravermelho b) 491,3 μm , ultravioleta c) 135 nm, visível d) 49,1 μm, visível

5) Um planeta orbita uma estrela cuja temperatura efetiva é de 6500 K e raio igual a 1,2 raio solar a uma distância de 1,5 ua. O planeta tem um albedo de 0,10. Qual é a temperatura do planeta, assumindo que ele irradia como um corpo negro perfeito?
a) 273,66 K b)157,99 K c) 280,97 K d) 888,50 K

6) Duas estrelas de nêutrons de 3 massas solares cada se fundem dando origem a um buraco negro. Se, em primeira aproximação, nenhuma massa for perdida no processo, o raio do buraco negro resultante será:
a) 2,2 km b) 4,4 km c) 8,8 km d) 17,7 km

7) Considere as afirmações a seguir e responda:
I - A estrela A aparenta ter o mesmo brilho que a estrela B, vistas da Terra. Portanto, podemos dizer que elas estão à mesma distância da Terra;
II - Uma estrela de magnitude aparente +1 é mais brilhante que uma de magnitude aparente -1;
III - Como em todas as estrelas, o diâmetro de uma Anã Branca depende de sua temperatura.

a) Todas estão corretas. b) Apenas a II e III estão corretas. c) Apenas a III está correta. d) Todas estão erradas.

8) O brilho do disco solar (sua magnitude aparente) é proporcional a área da sua superfície visível. Em 21 de agosto deste ano aconteceu um eclipse solar, visível como parcial no norte e nordeste do Brasil. Em Fortaleza, por exemplo, durante o máximo do eclipse, a Lua encobriu 40% do disco do Sol.
Sabendo que a magnitude aparente do Sol é m_{Sol} = -26,7, a magnitude do Sol no momento do eclipse máximo foi de aproximadamente:
a) -10,7 b) -16,0 c) -22,7 d) -26,1

9) O ângulo de paralaxe de uma estrela é de 0,25”. A que distância ela está de nós?
a) 2 parsecs b) 2 anos-luz c) 4 parsecs d) 0,25 ano-luz

10) Betelgeuse (α Orionis) é uma estrela supergigante vermelha, e uma das maiores estrelas conhecidas, sendo de grande interesse para a astronomia. O seu diâmetro varia entre 550 e 920 vezes o do Sol em 3 anos. Se a sua temperatura superficial permanece a mesma, a variação em magnitude durante este período será de aproximadamente?
a) 0,60 b) 1,12 c) 1,67 d) impossível calcular.

11) Assinale a opção que apresenta os valores corretos em unidades astronômicas para o periélio e afélio, respectivamente, de um cometa cujo período orbital é de 4 anos e cuja excentricidade da órbita é 0,2.
a) 2,016 e 3,024 b) 3,024 e 2,016 c) 5,021 e 7,013 d) 7,013 e 5,021

12) Suponha que ao redor de uma estrela orbite um pequeno planeta. Sabendo que no periélio a luz da estrela demora 6 min para chegar no planeta e no afélio, 8 min e, além disso, o planeta demora 200 dias para ir do afélio ao periélio, qual é, aproximadamente, a massa da estrela em kg?
a) $6{,}3.10^{32}$ b) $6{,}3.10^{29}$ c) $9{,}9.10^{26}$ d) $9{,}9.10^{29}$

13) Para um observador na Terra, o comprimento de onda da linha H_β no espectro da estrela Megrez é de 486,112 nm. Medidas feitas em laboratório demonstram que o comprimento de onda normal desta linha espectral é de 486,133 nm. Considerando que a velocidade da luz no vácuo é 3.10^5 km/s, pode-se afirmar que esta estrela:
a) Está se afastando a 12,96 km/s. b) Está se aproximando a 12,96 km/s.
c) Está se afastando a 11,54 km/s. d) Está se aproximando 11,54 km/s.

14) Marque a opção que indica o valor do fluxo de fótons recebido pelo olho de um observador na Terra, emitido por uma estrela do tipo G2V (tipo solar), com magnitude aparente m = +4,0? Faça as seguintes considerações: que toda a radiação esteja no visível (λ = 550 nm) e que a pupila do observador possua um diâmetro d = 6,0 mm.
Dados: m_{Sol} = -26,74; F_{Sol} = $1{,}36.10^3$ W/m^2.
a) $5{,}4.10^4$ fótons/s b) $1{,}72.10^4$ fótons/s c) $37{,}15.10^4$ fótons/s d) 115.10^4 fótons/s

15) Da Terra, a magnitude aparente do Sol vale m_{Sol} = -26,74. Qual seria sua magnitude aparente se tivéssemos a 10 anos-luz de distância dele?
a) +2,27 b) +4,83 c) +1,23 d) -1,23

16) Em sua máxima aproximação ao Sol, o módulo da energia potencial gravitacional de um cometa é menor que o módulo da sua energia cinética. Podemos afirmar que a órbita deste cometa em torno do Sol é:
a) Elíptica, pois a energia mecânica é maior que zero. b) Elíptica, pois a energia mecânica é menor que zero.
c) Parabólica, pois a energia mecânica é sempre igual a zero. d) Hiperbólica, pois a energia mecânica é maior que zero.

17) Uma das lunetas utilizadas no Programa de Observação do Céu, do Museu de Astronomia e Ciências Afins, é a centenária Equatorial de 21 cm, que tem este nome porque sua objetiva tem aproximadamente este diâmetro. Sabendo que a Lua apresenta um diâmetro angular de 30’, qual deve ser o tamanho da Lua no plano focal deste instrumento? Considere a luneta com razão focal f/14,3.
a) 2,62 cm b) 1,80 cm c) 1,47 cm d) 0,26 cm

18) O gráfico ao lado apresenta o resultado do cálculo teórico das magnitudes aparentes de Marte (linha superior) e de Júpiter (linha inferior), para o período de 2011 a 2024.

Considere as afirmações a seguir:

I – Durante a maioria do período, Marte está mais brilhante do que Júpiter;

II – Durante 2018 será possível ver Marte e Júpiter com a mesma magnitude aparente;

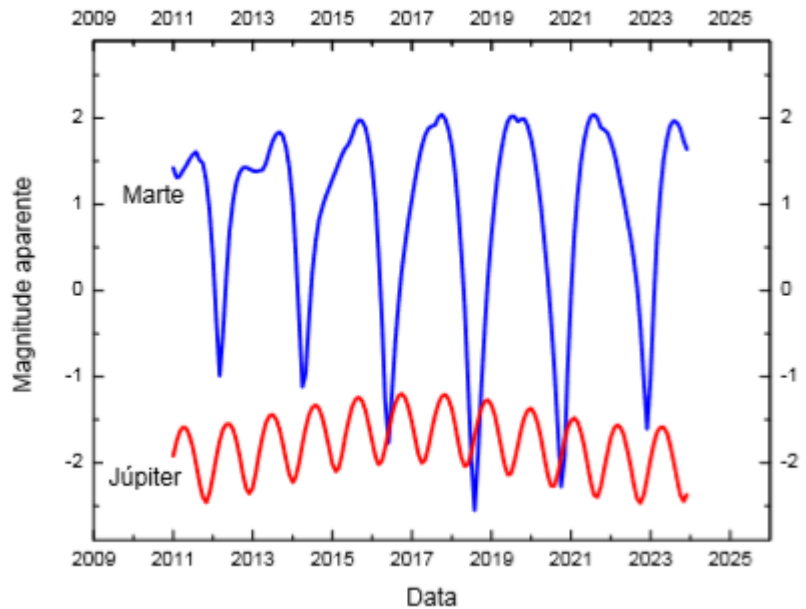
III – De 2018 até 2024, haverá pelo menos 2 períodos onde Marte ficará mais brilhante do que Júpiter no céu;

Assinale a resposta correta:

a) Todas as afirmações são verdadeiras.

b) Somente a afirmação II é verdadeira.

c) Somente as afirmações II e III são verdadeiras.

d) Todas as afirmações são falsas.

19) A Grande Mancha Vermelha de Júpiter é uma tempestade que vem sendo monitorada desde 1830 e, possivelmente, existe há mais de 350 anos. Medidas atuais indicam que ela está com 16.350 km de largura, e parece estar encolhendo. Existem diversos métodos para se calcular o poder de resolução de um telescópio e um dos mais usados é o "Critério de Rayleigh". Para usá-lo basta dividir 138,4 pelo tamanho da objetiva em milímetros (para λ = 550 nm). O resultado será o poder de resolução, expresso em segundos de arco. Qual deve ser o tamanho mínimo da objetiva (ou espelho) de um telescópio para que possamos distinguir (resolver) a Grande Mancha Solar de Júpiter? Para facilitar o cálculo, em primeira aproximação, despreze a turbulência atmosférica e considere Júpiter em oposição, ou seja, a 4,2 UA de distância de nós.

a) 2,57 mm b) 25,85 mm c) 5,37 cm d) 53,7 cm

20) Considere dois astros A e B de massas m_A e m_B, onde $m_A = 2\ m_B$, em órbitas circulares entorno de uma estrela E. Sabe-se que, em relação à estrela E, o período orbital de A é duas vezes menor que de B. Assinale a alternativa que mostra o valor da razão entre a força gravitacional entre a estrela E e o astro A (F_{GA}) e a força gravitacional entre a estrela E e o astro B (F_{GB}).

a) $4\sqrt[3]{2}$ b) $3\sqrt[3]{7}$ c) $0{,}25$ d) 4

21) Qual a vantagem da montagem equatorial sobre a alto-azimutal de telescópios para a astrofotografia?

a) O campo de visão da montagem equatorial é maior que o da alto-azimutal.

b) Na montagem equatorial o campo da foto não gira com o acompanhamento de longa exposição.

c) A montagem alto-azimutal só pode ser usada no equador.

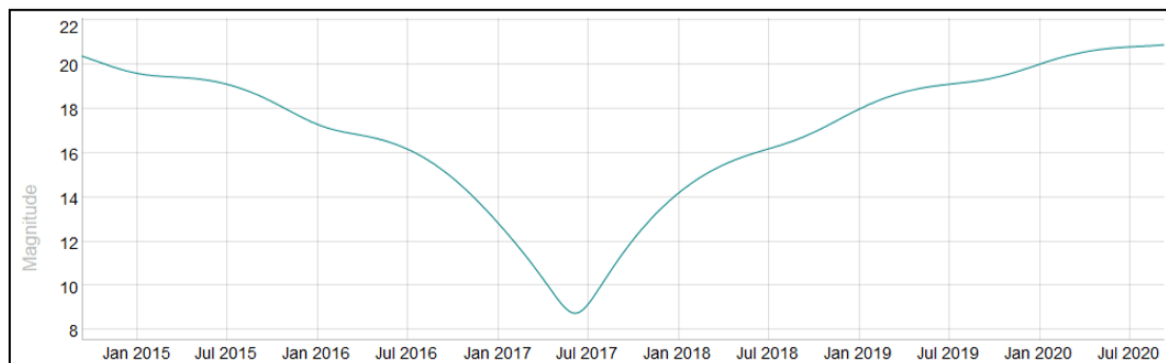
d) A montagem equatorial maximiza o poder de ganho de luz do telescópio devido à disposição favorável da lente objetiva.

22) Um sistema binário, cuja órbita relativa verdadeira tem semieixo maior de 2", possui um período orbital de 5 anos. Sabendo que ele está a 10 parsecs de distância do Sol, assinale a alternativa que apresenta a massa total aproximada do sistema em unidades de massa do Sol. Adote: 1 pc = $2{,}06.10^5$ ua

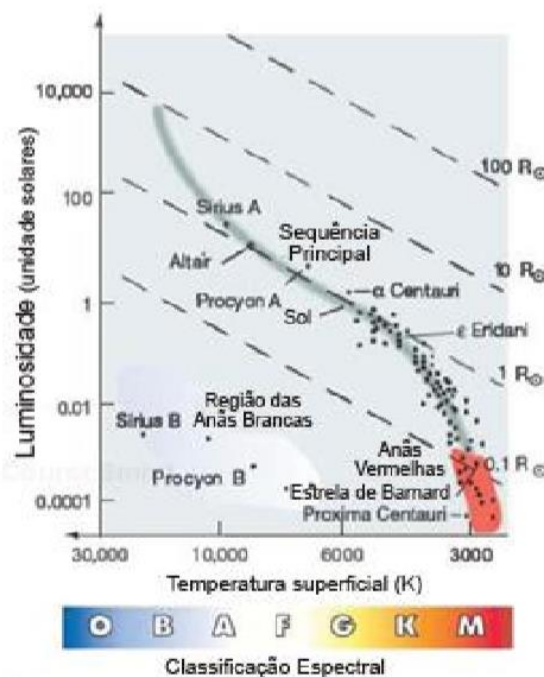
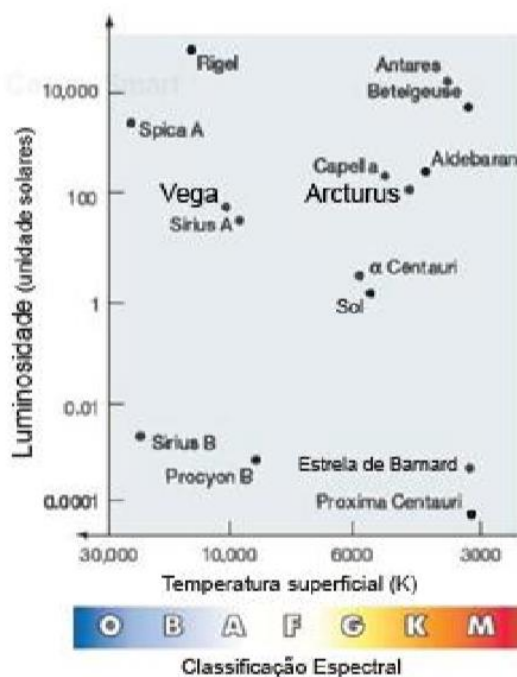
a) 100 b) 320 c) 700 d) 1210

23) Assinale a opção que indica o diâmetro, em metros, de um radiotelescópio trabalhando em um comprimento de onda de λ = 200 cm para que ele tenha a mesma resolução que um telescópio óptico (λ = 550 nm) de diâmetro D = 2,5 cm.

a) $9.\ 10^4$ m b) 9.10^3 m c) 9.10^2 m d) 90 m

24) O gráfico abaixo traz a curva de luz (magnitude visual em função do tempo) do Cometa C/2015 V2 (Johnson), de janeiro de 2015 a julho de 2020, de acordo com os dados mais recentes das efemérides astronômicas.

Em que período, aproximado, o Cometa Johnson passa a ser visível quando observado através de um telescópio de 70 cm de abertura? Para facilitar as contas, em primeira aproximação, desconsidere a turbulência atmosférica.
Dados: Quando os olhos estão completamente adaptados ao escuro, nossa pupila fica com aproximadamente 7 mm de diâmetro. O que faz com que a magnitude limite da vista humana seja igual a +6.

a) apenas em torno de julho de 2017 (sua maior aproximação com a Terra).
b) de janeiro de 2017 a janeiro de 2018.
c) de julho de 2016 a julho de 2018.
d) de janeiro de 2016 a janeiro de 2019.

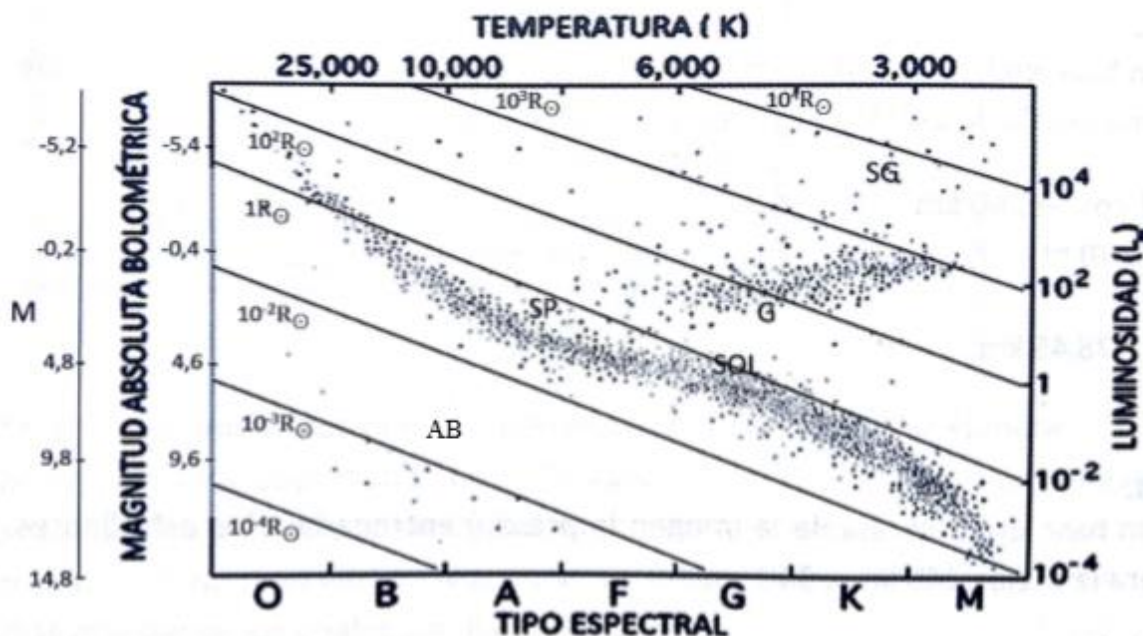
25) As figuras abaixo trazem múltiplas informações sobre várias estrelas conhecidas. Baseado nelas, considere as afirmações a seguir e responda:

I - Vega possui temperatura superficial superior à de Arcturus, apesar de terem luminosidades semelhantes;
II - Por terem luminosidades semelhantes, Vega e Arcturus têm a mesma classificação espectral;
III - Vega possui temperatura superficial superior à de Arcturus, portanto ela é a maior entre as duas;
IV – Apesar de Vega e Arcturus terem luminosidades semelhantes, Arcturus é a maior entre as duas.

a) As afirmações I e II estão corretas b) As afirmações III e IV estão corretas
c) As afirmações II e III estão corretas d) As afirmações I e IV estão corretas

26) Como observado pelo astrônomo Edwin Hubble, as linhas presentes nos espectros de galáxias distantes são deslocadas para o lado vermelho do espectro devido ao movimento de afastamento destas galáxias em relação a nós, de forma que a velocidade de recessão de uma galáxia é diretamente proporcional à sua distância, tendo o parâmetro de Hubble H_0 como constante de proporcionalidade. Suponha que, ao se observar uma galáxia, uma das linhas de hidrogênio esteja deslocada de $\Delta\lambda = 2$ nm para o vermelho, quando comparado com o seu comprimento de onda de repouso de 486,1 nm. Considere que para redshifts pequenos ($z < 1$) o Efeito Doppler clássico ($z \sim v/c$) seja uma boa aproximação, que $H_0 = 67{,}15$ km.s^{-1}.Mpc^{-1} e $c = 2{,}99.10^5$ km. s^{-1}.

Quanto tempo em milhões de anos, aproximadamente, demorou a luz desta galáxia para chegar até nós?

a) 10 b) 30 c) 45 d) 60

27) Utilize o diagrama HR abaixo para classificar as estrelas segundo suas características: Anãs Brancas (AB), Sequência Principal (SP), Gigantes (G) e Supergigantes (SG). Atenção: A luminosidade no diagrama é dada em função da Luminosidade do Sol.

Estrela 1: temperatura 20.000 K e magnitude absoluta M = 0;
Estrela 2: temperatura 20.000 K e luminosidade 0,01 $L_\odot$;
Estrela 3: tipo espectral K e luminosidade 200 $L_\odot$;
Estrela 4: tipo espectral K e magnitude absoluta M = -6.

Assinale a opção que traz a ordem correta de classificação das estrelas acima (na ordem em que as estrelas foram apresentadas).

a) AB, SP, G, SG b) SP, AB, G, SG c) AB, SP, SG, G d) SP, AB, SG, G

28) O tempo de vida de uma estrela é a razão entre a energia que ela tem disponível e a taxa com que ela gasta essa energia, ou seja, sua luminosidade. A parte mais longa da vida da estrela é quando ela está na Sequência Principal (SP), gerando energia através de fusões termonucleares e apenas 0,7% (7 milésimos) da massa que entra na reação é transformada em energia. A massa que entra nessa reação é apenas a massa que se encontra no núcleo da estrela, que corresponde a 10% da massa total da estrela. Isso significa que, de toda a massa da estrela, apenas 10% contribui para a geração de energia durante a maior parte de sua vida na SP. Com estas informações, estime o tempo de vida de uma estrela, da SP, que tenha massa M =10 massas solares. Se necessário, utilize a relação massa-luminosidade $L \propto M^3$. Considere que a luminosidade da estrela permaneça constante durante toda a sua vida na SP. Dados: $L_\odot = 3{,}83.10^{26}$ W e $M_\odot = 1{,}99.10^{30}$ kg.

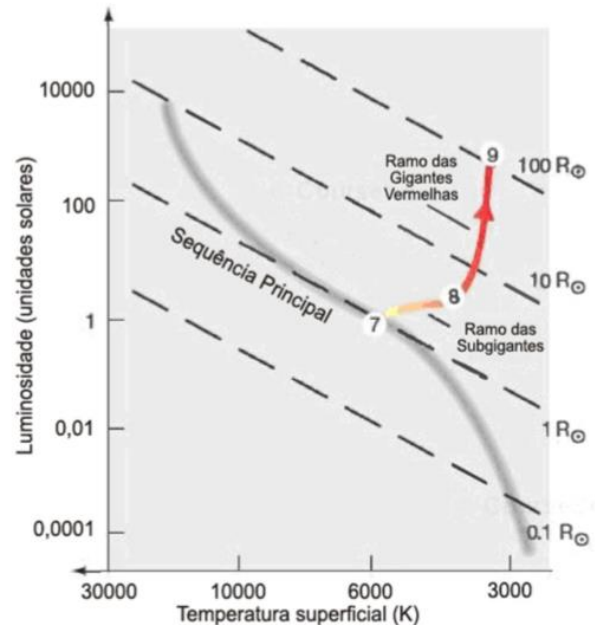
a) 10^8 b) 10^6 c) 10^9 d) 10^{10}

29) Assinale a opção que completa corretamente a frase: no futuro, quando o Sol deixar a Sequência Principal (ponto 7 do diagrama HR ao lado) e atingir a região das gigantes vermelhas (ponto 9 no mesmo diagrama), ele ficará

a) mais quente

b) mais luminoso

c) mais massivo

d) mais denso

30) Um astrônomo mede a paralaxe de 3 estrelas A, B e C obtendo os seguintes valores:

A = 0,36'', B = 0,42'' e C = 0,2''

Em seguida, faz três afirmações:

I - A estrela A é a mais distante, pois apresenta a menor paralaxe.

II - A estrela C está a cerca de 5 parsecs do planeta Terra.

III - A estrela B está mais perto da Terra que a estrela C.

É correto o que se afirma apenas em:

a) I b) I e II c) II e III d) III

31) Encontre a magnificação, ou ampliação, de um Celestron C-8 (distância focal = 2 m) quando usado com uma ocular de 40 mm.

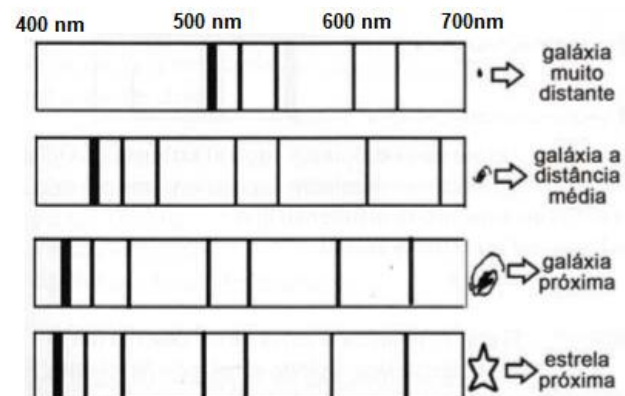
a) 20 X b) 50 X c) 80 X d) 125 X

32) No diagrama ao lado, vemos os espectros de uma galáxia muito distante até uma estrela próxima. As linhas espectrais:

a) Se mantêm constantes.

b) Se reduzem à metade.

c) Se deslocam para o azul.

d) Se deslocam para o vermelho.

33) Duas estrelas, de um sistema binário, têm magnitudes aparentes iguais a -2,0 e 1,5. A estrela mais brilhante fornece a um telescópio uma luminosidade de $5{,}0.10^{-4}$ W. Qual é a luminosidade da estrela menos brilhante?

a) $2{,}5.10^{-6}$ W b) $2{,}0.10^{-5}$ W c) $1{,}2.10^{-2}$ W d) $9{,}7.10^{-5}$ W

34) Quando tivermos uma colônia permanentemente ocupada na Lua, será preciso o uso de satélites estacionários em relação à superfície lunar para serem usados em monitoramentos e comunicações. Aproximadamente a que altura *h* da superfície da Lua ficarão estes satélites selenoestacionários? Dados: Dia solar da Lua T_{Lua} = 29 dias12h44 min3s; $M_{Lua} = 7{,}3.10^{22}$ kg; r_{Lua} = 1738 km.

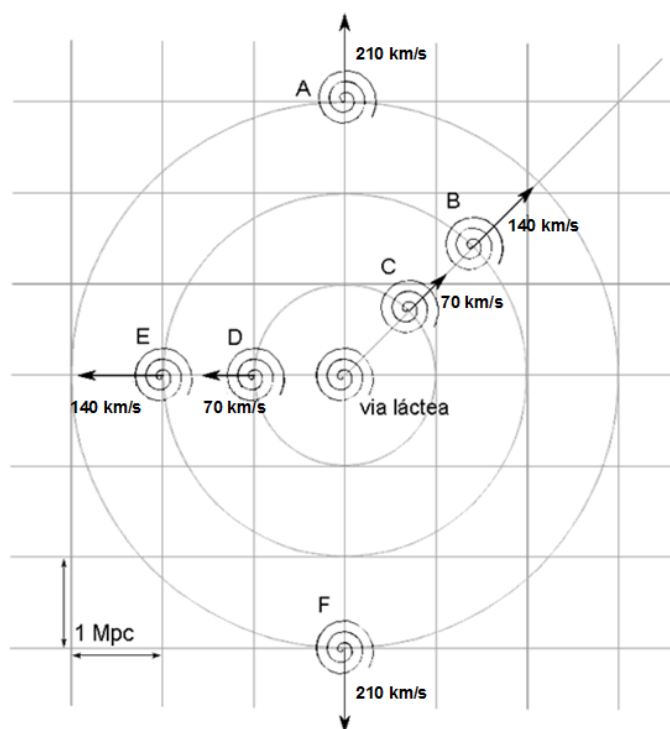
a) 18 mil km b) 36 mil km c) 72 mil km d) 91 mil km

35) As estrelas Cefeidas são estrelas variáveis de suma importância para o desenvolvimento da Astronomia. Isto porque elas possuem uma relação entre sua magnitude absoluta *M* e seu período de pulsação *P*, dada aproximadamente pela equação:

$$M = -3{,}125 \cdot \log P - 1{,}525$$

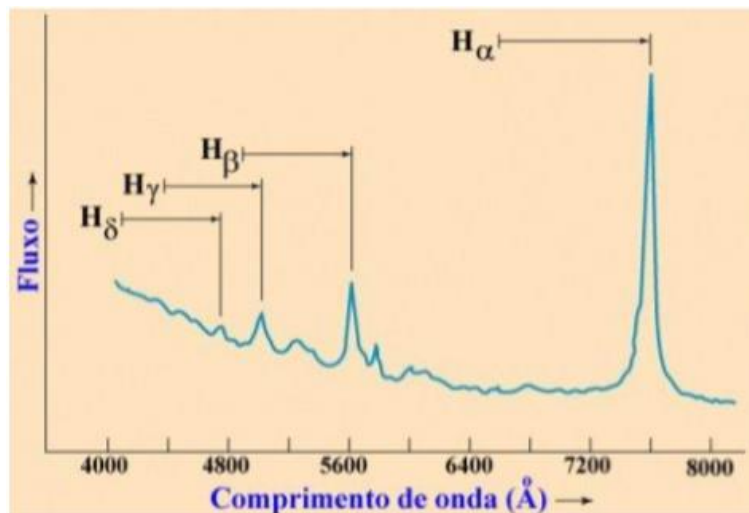
A partir da relação entre magnitude absoluta e período de pulsação de uma Cefeida, é possível afirmar que:
a) estrelas Cefeidas que pulsam mais lentamente possuem magnitude absoluta maior, e, portanto, são estrelas mais luminosas.
b) estrelas Cefeidas que pulsam mais rapidamente possuem magnitude absoluta maior, e, portanto, são estrelas menos luminosas.
c) estrelas Cefeidas que pulsam mais rapidamente possuem magnitude absoluta menor, e, portanto, são estrelas mais luminosas.
d) estrelas Cefeidas que pulsam mais lentamente possuem magnitude absoluta maior, e, portanto, são estrelas menos luminosas.

36) Suponha que as galáxias se encontrem distribuídas segundo a figura seguinte. As velocidades de afastamento destas galáxias, em relação à Via Láctea, valem 70 km/(s.Mpc). Que medida de velocidade obteria um extraterrestre vivendo na galáxia E em relação à galáxia D e à Via Láctea?

a) 70 km/s se aproximando da galáxia D e 0 km/s da Via Láctea.
b) 70 km/s se afastando da galáxia D e 0 km/s da Via Láctea.
c) 70 km/s se aproximando da galáxia D e 140 km/s se afastando da Via Láctea.
d) 70 km/s se afastando da galáxia D e 140 km/s se afastando da Via Láctea.

37) Nas condições ideais, o olho humano consegue detectar uma estrela de até magnitude 6 (m = +6,0). Qual a distância mínima que devemos estar do Sol para não mais enxergarmos o Sol a olho nu? Considere a magnitude absoluta do Sol $M_{\odot}$ = +4,8. Dados: 1 pc = $3{,}1.10^{16}$ m e 1 ano-luz = $9{,}5.10^{15}$ m
a) ~ 1 ano-luz b) ~ 30 anos-luz c) ~ 60 anos-luz d) ~ 100 anos-luz e) Em branco

38) Ao comprar um telescópio newtoniano, um garoto percebe que na caixa aparecia impresso o número 200 acompanhado da letra x, ou seja, 200x. Esta inscrição se refere:
a) ao poder de captação de luz do aparelho.
b) a relação entre a distância focal do espelho primário e a distância focal da ocular do telescópio.
c) a relação entre a área do espelho primário e a área da ocular do telescópio.
d) a resolução angular.

39) Plutão tem magnitude aparente +14. Isso o torna visível:
a) a vista desarmada em um local de céu escuro. b) utilizando um binóculo com abertura de 100 mm.
c) utilizando um telescópio com abertura de 1 metro. d) apenas com o Telescópio Espacial Hubble.

40) O gráfico a seguir representa o espectro do quasar 3C 273 no óptico e infravermelho próximo. Ele é dominado pelas linhas do hidrogênio em emissão e deslocadas para o vermelho (*redshifted*) pela expansão do Universo (*redshift cosmológico*).

Utilizando a Lei de Hubble, calcule sua distância *d*, em parsecs, sabendo que o comprimento de onda da linha Hα medida em laboratório vale Hα = 6562,8 Å. Considere a constante de H_0 = 70 $km.s^{-1}.Mpc^{-1}$. Para calcular você precisará usar o redshift relativístico z, que é dado por:

$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \sqrt{\frac{1+\frac{v}{c}}{1-\frac{v}{c}}} - 1,$$

onde *v* é a velocidade de recessão do quasar e *c* a velocidade da luz.

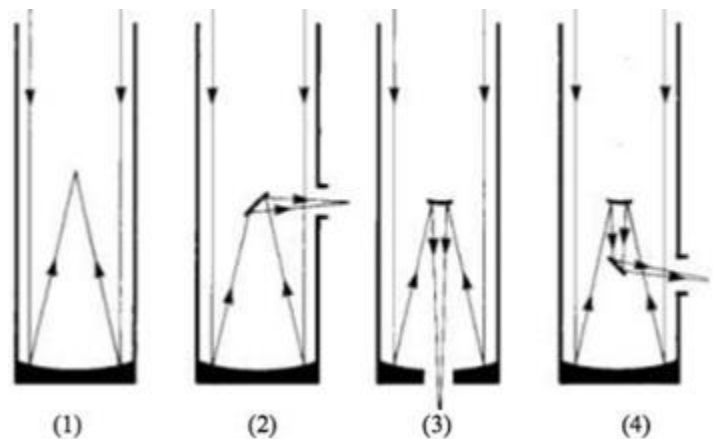
a) 500 Mpc < d < 549 Mpc b) 550 Mpc < d < 599 Mpc c) 600 Mpc < d < 649 Mpc d) 650 Mpc < d < 699 Mpc

41) As figuras abaixo mostram a trajetória da luz dentro de quatro telescópios refletores. Assinale a alternativa correta com relação aos focos, respectivamente:

a) foco Newtoniano, foco primário, foco Coudé, foco Cassegrain.

b) foco primário, foco Newtoniano, foco Cassegrain, foco Coudé.

c) foco Newtoniano, foco Coudé, foco primário, foco Cassegrain.

d) foco primário, foco Coudé, foco Cassegrain, foco Newtoniano.

42) Por que acredita-se que no centro da nossa galáxia exista um buraco negro?

a) Porque as estrelas próximas ao centro estão desaparecendo.

b) Porque não se veem estrelas próximas ao centro.

c) Porque as estrelas próximas ao centro estão orbitando um objeto invisível.

d) Porque a galáxia gira mais rápido que o esperado.

43) Que tipo de telescópio é mais adequado para se estudar as nuvens frias de poeira interestelar?

a) telescópio de raios-X. b) telescópio ótico de grande abertura.

c) telescópio espacial ultravioleta. d) radiotelescópio.

44) Assinale a afirmação correta:

a) A radiação ultravioleta possui maior energia quando comparada com a radiação gama, portanto, são mais perigosas para a vida.

b) Um telescópio aumenta a imagem de um astro.

c) Ondas de rádio, micro-ondas, radiação ultravioleta, radiação X e radiação gama são formas de radiação eletromagnética. Estas radiações se comportam sempre como ondas.

d) Um telescópio é desenhado para coletar o máximo possível de luz.

e) No vácuo, os fótons da radiação X são mais velozes que os da radiação infravermelha.

45) O cometa *SMukherjee2017*, que tem como parâmetros físicos e = 0,12, a = 4 ua., foi visível na Terra em 2017. Em qual ano este cometa seria visível novamente?

a) 2024 b) 2025 c) 2026 d) 2027

46) Qual é o periélio do cometa *SMukherjee2017,* citado na questão anterior?

a)3,5 ua b) 3,0 ua c) 4,5 ua d) 4,0 ua

47) Um cometa chamado *LQi2017* tem como parâmetros e = 1,2, a = 19 ua. foi visível na Terra em 2017. Em qual ano este cometa será vivível novamente?

a) 2080 b) 2100 c) 2109 e) Não será visível novamente

48) Considere um pulsar com período de rotação igual a 30 milisegundos, massa igual a 3.10^{26} kg e raio de 10 km. Adote: π = 3 e G = $6,67.10^{-11}$ $N.m^2/kg^2$.

I – A velocidade tangencial na superfície do pulsar é de 2 000 km/s.

II – A velocidade tangencial máxima que este pulsar pode suportar sem se romper é aproximadamente 1 414,5 km/s.

III – O pulsar irá se romper por girar muito rápido.

Estão corretas as afirmações:

a) Apenas a I b) Apenas a II c) I e II d) II e III e) I, II e III

49) A lua Ganimedes completa uma revolução ao redor de Júpiter em 7 dias e 3,7 h mantendo uma distância planetocêntrica aproximada de 14,97 vezes o raio do planeta. Já o satélite Almateia mantém uma distância planetocêntrica de aproximadamente 2,53 raios planetários. Em algum momento de suas órbitas, Ganimedes se encontra em oposição em relação a Almateia e Júpiter. Daqui a quanto tempo, aproximadamente, esta configuração se repetirá?

a) 13 horas b) 159 horas c) 171 horas d) 183 horas

50) Considere m_0 a magnitude absoluta de uma estrela. Imagine que a primeira estrela se divida em N estrelas idênticas, mas com temperaturas e densidades média iguais a da estrela inicial, e que a soma das massas de todas as N estrelas seja igual à massa da estrela inicial (isto é, a massa total é conservada). Qual é a magnitude absoluta (m) de todas as N estrelas combinadas assumindo que nenhuma das estrelas esteja obstruindo a luz de suas companheiras (isto é, suas luminosidades são somadas linearmente)?

a) $m = m_0 - \log N$ b) $m = m_0 - 2{,}5 \log N$ c) $m = m_0 - \left(\frac{2{,}5}{3}\right) \log N$

d) $m = m_0 - 2{,}5/N$ e) $m = m_0 - 2{,}5\ N$

51) Considerando o raio do buraco negro como o raio de Schwartzchild (raio em que a velocidade de escape é igual a c), qual seria a área superficial de um buraco negro de massa M?

a) $A = \frac{16\pi}{c^4} G^2 M^2$ b) $A = \frac{4\pi}{c^4} G^2 M^2$ c) $A = \frac{4\pi}{3c^4} G^2 M^2$ d) $A = 16\pi\ G^2 M^2$ e) $A = \frac{16\pi}{c^2} G^2 M^2$

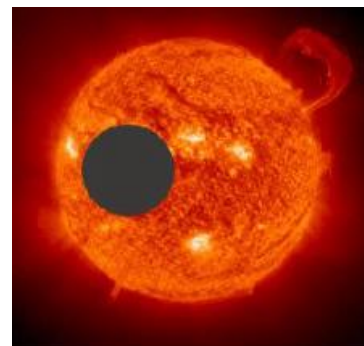
52) Em 1974, Stephen Hawking provou que buracos negros emitem radiação de corpo negro de acordo com a Lei de Stefan-Boltzmann (por conta de efeitos quânticos próximos ao horizonte de eventos). Esta radiação é chamada de Radiação Hawking e, através desse processo, buracos negros evaporam sua massa de forma lenta caso não haja material para ser acretado. Assumindo que a temperatura Hawking de um buraco negro é inversamente proporcional a sua massa ($T_H = k/M$, com k cte) e que o nosso buraco negro inicial de massa M se divide em N buracos negros menores, cada um com massa M/N, qual é a relação entre a luminosidade combinada dos pequenos buracos negros (L) e a luminosidade do buraco negro inicial (L_0)? Dica: use os resultados dos problemas 50 e 51, pois eles serão úteis na solução do problema.

a) $L = L_0$ b) $L = L_0/N$ c) $L = NL_0$ d) $L = N^2L_0$ e) $L = N^3L_0$

53) [Continuando o problema 26 de Astronomia, pág 05**]** Os estudantes do *MIT* acabaram descobrindo os planos dos alunos da *Caltech* de lançar um foguete sobre o Grande Domo do *MIT*. Eles sabem que o foguete irá seguir uma órbita elíptica de semieixo a com o centro da Terra em um dos focos. Para acabar com a brincadeira da *Caltech*, os alunos do *MIT* planejam enviar um outro foguete ao foguete, cuja colisão irá transferir energia suficiente ao foguete da *Caltech* de tal forma que ele atinja a velocidade de escape da Terra, fazendo com que seja impossível retornar à superfície da Terra novamente. Qual é a quantidade mínima de energia que deve ser transferida ao foguete da *Caltech* de tal forma que os estudantes do *MIT* cumpram o plano com sucesso? Assuma que a Terra possui massa M, e que o foguete da *Caltech* possui massa m.

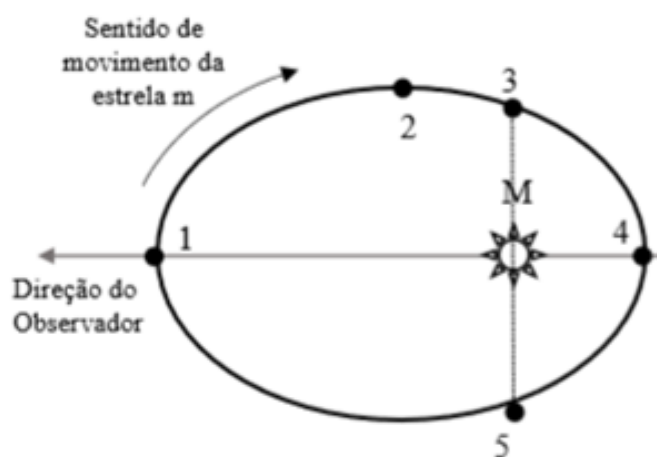
a) $\frac{GMm}{3a}$ b) $\frac{GMm}{3a^2}$ c) $\frac{GMm}{2a}$ d) $\frac{GMm}{a}$ e) $\frac{GMm}{a^2}$

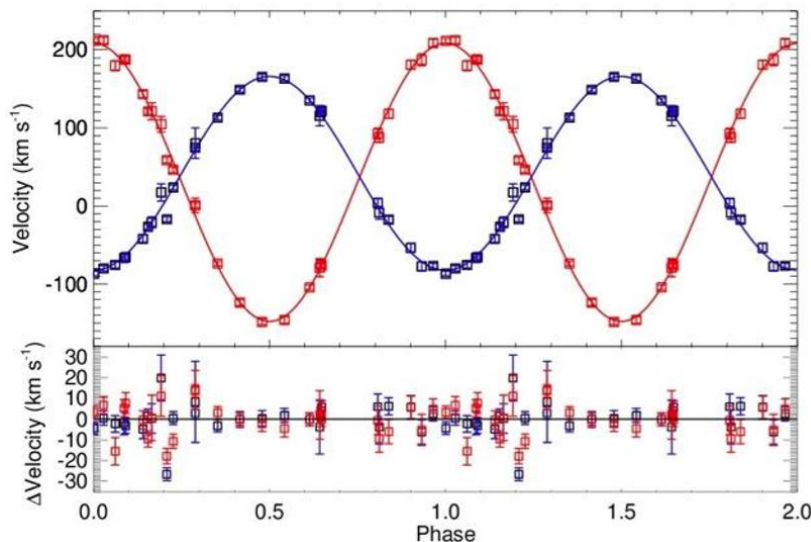
54) A equipe da Olimpíada Americana de Física lançou com sucesso um satélite com uma órbita fechada no Sistema Solar. O satélite tirou uma foto da Lua passando em frente ao Sol no dia 24 de abril de 2017 (figura ao lado). Estime a distância entre a Lua e o Satélite. Considere o diâmetro angular do Sol como 32' e que o raio lunar equivale a um terço do raio terrestre.

a) $5,56 \times 10^5$ km
b) $1,37 \times 10^6$ km
c) $2,24 \times 10^6$ km
d) $1,37 \times 10^7$ km
e) $2,24 \times 10^7$ km

55) Um interferômetro astronômico é um arranjo de radiotelescópios separados que trabalham em conjunto como se fosse um único telescópio. Quais das melhorias a seguir você aplicaria ao telescópio para aumentar o poder de resolução?

a) Aumentar a distância entre os radiotelescópios (*baseline*).
b) Aumentar o número de radiotelescópios por unidade de área.
c) Aumentar o diâmetro de cada radiotelescópio.
d) Aumentar a quantidade de energia elétrica fornecida para cada radiotelescópio.
e) Diminuir a distância entre os radiotelescópios (*baseline*).

56) A figura representa a órbita relativa de uma estrela binária. Uma estrela de massa m move-se ao redor de uma estrela de massa M no sentido indicado (M>>m). O eixo maior da elipse está alinhado na direção do observador e está no plano do diagrama. De acordo com o observador, é correto dizer que:

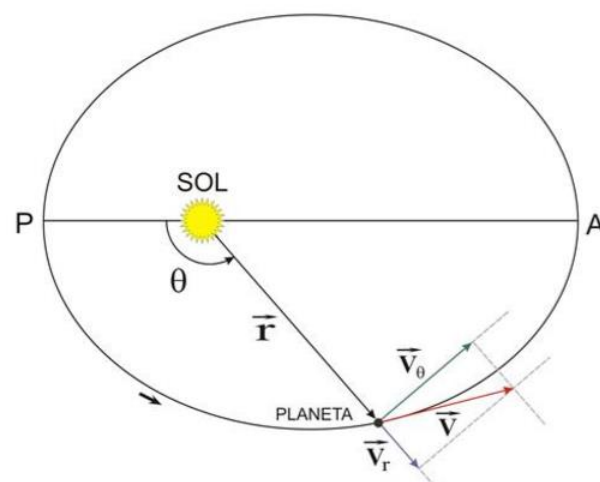
a) Nos pontos 3 e 5, a estrela m irá apresentar espectros idênticos.
b) Em 1, a velocidade radial da estrela m é máxima.
c) Em 4, a velocidade tangencial da estrela m é máxima.
d) Em 2 e 3, teremos linhas espectrais da estrela m deslocados para o azul.

57) Observações espectroscópicas do sistema binário de anãs brancas WD 1242-105 forneceram as curvas de velocidade radiais apresentadas ao lado. A componente A tem a curva de velocidade radial em vermelho, e a B, em azul. Qual conjunto de afirmações sobre as Velocidades Radiais (V), Períodos (P) e Massas (M) é correto?

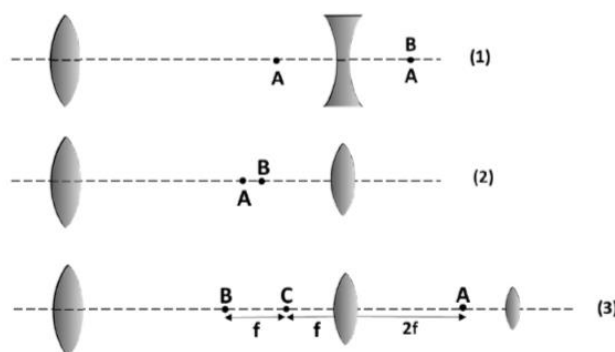
a) VA>VB, PA>PB, MA=MB
b) VA<VB, PA=PB, MA>MB
c) VA<VB, PA<PB, MA<MB
d) VA>VB, PA=PB, MA<MB

58) A órbita elíptica de um astro (massa m) ao redor do Sol (massa M) pode ser definida por sua excentricidade e e seu semieixo maior a. Com estes valores podemos calcular a distância r do astro ao Sol e o módulo da sua velocidade orbital V, através das seguintes fórmulas:

$$r = \frac{a(1-e^2)}{(1+e\cos\theta)} \quad \text{e} \quad V^2 = G(M+m)\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right)$$

Onde θ é chamado de anomalia verdadeira, como mostra a figura ao lado, fora de escala.

A razão entre a velocidade orbital no periélio e no afélio $\left(\frac{V_p}{V_a}\right)$ de um cometa cuja órbita tem semieixo a = 3,0 U.A. e excentricidade e = 0,6 vale:

a) 3 b) 4 c) 5 d) 6

59) Que tipo de telescópio correspondem respectivamente cada um dos seguintes esquemas de lentes? (A = foco da ocular, B = foco da objetiva e C = foco da lente intermediária)

a) Kepleriano, Terrestre e Galileano
b) Galileano, Kepleriano e Terrestre
c) Terrestre, Galileano e Kepleriano
d) Galileano, Dobsoniano e Catadióptrico

60) Próxima Cenaturi, Próxima do Centauro, α Cen C ou simplesmente Próxima, é uma anã vermelha distante aproximadamente 4,22 anos luz (~ $4{,}0.10^{13}$ km) na constelação do Centauro, com magnitude aparente m = +11,0. Ela orbita ao redor das estrelas Alpha Centauri A e B, formando um sistema triplo. Considerando ótimas condições de observação, Próxima Centauri pode ser vista

a) à vista desarmada, de uma escotilha da Estação Espacial Internacional (ISS).
b) utilizando-se um binóculo com abertura de 50 mm.
c) utilizando-se um telescópio com abertura de 1 metro.
d) apenas com um telescópio com abertura maior que 1 metro.

61) Duas estrelas de nêutrons, com massas de 1,66 massas solares e 2,04 massas solares, se fundem dando origem a um buraco negro. Se, em primeira aproximação, nenhuma massa for perdida no processo, qual será o raio do horizonte de eventos do buraco negro resultante? Adote: Constante gravitacional = $6,67\times10^{-11}$ N.m²/kg² ; velocidade da luz no vácuo = 3×10^{8} m/s e a massa do Sol = $2,00\times10^{30}$ kg.

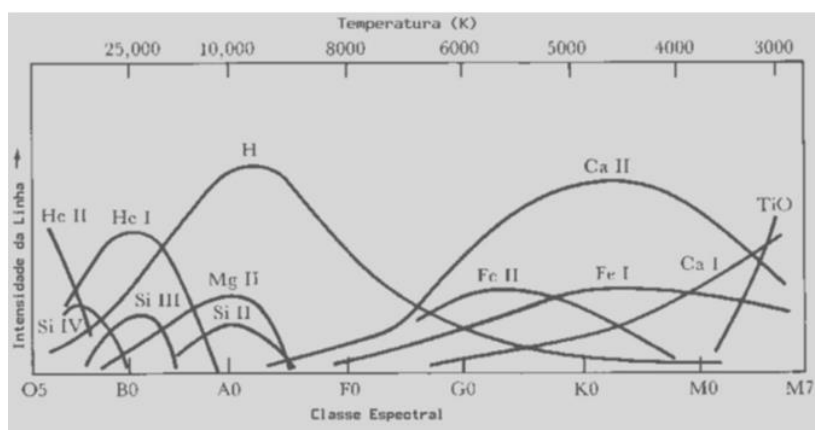
a) 10,97 km b) 5,48 km c) 32,91 km d) 10,04 km

62) Suponha que oito galáxias estejam situadas nos vértices de um cubo de aresta 4,2 megaparcecs. Se o cubo se expande de acordo com a Lei de Hubble–Lemaître, qual é a velocidade de recessão de galáxias situadas em vértices opostos ao longo da diagonal do cubo? Adote: $H_0 = 70$ km s^{-1} Mpc^{-1}. Despreze as velocidades peculiares das galáxias.

a) 415,8 km/s b) 509,2 km/s c) 1018,4 km/s d) 831,6 km/s

63) Comparado com um espectro feito em um observatório em solo, o espectro de uma estrela observada acima da atmosfera terrestre mostra:

a) menos linhas de absorção. b) mais linhas de absorção.
c) ausência de linhas de absorção. d) menos linhas de emissão.

64) O gráfico a seguir traz a intensidade relativa de algumas linhas espectrais em função da temperatura ou da classe espectral das estrelas.

Pelo gráfico, vemos que as estrelas da classe espectral A apresentam linhas de hidrogênio muito intensas. Já as estrelas de classe espectral M não apresentam linhas de hidrogênio intensas em seu espectro porque

a) possuem pouco hidrogênio.
b) suas atmosferas são muito quentes, e quase todo o hidrogênio está ionizado.
c) as linhas de hidrogênio são ofuscadas pelas linhas de outros elementos.
d) suas atmosferas não são muito quentes e quase todo o hidrogênio se encontra no estado fundamental.

65) A Constante Solar medida na Terra vale aproximadamente 1360 W/m². O planeta Júpiter está, em média, 5,2 vezes mais afastado do Sol do que a Terra e tem cerca de 11 vezes o raio da Terra. O valor da Constante Solar em Júpiter vale, aproximadamente

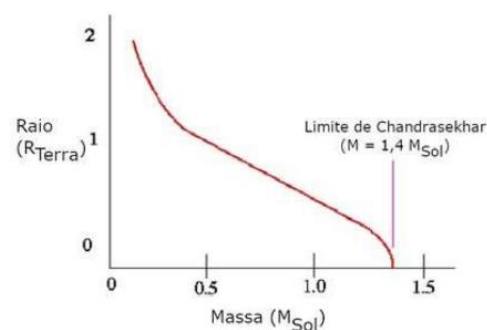
a) 3,7 % do valor da Constante Solar na Terra.
b) 11,0 % do valor da Constante Solar na Terra.
c) 5,2% do valor da Constante Solar na Terra.
d) o mesmo valor do que na Terra, pois é uma "constante".

66) O processo de crescimento de uma galáxia é regulado pela taxa de conversão de gás em estrelas. Considere uma galáxia que está formando estrelas a uma taxa de aproximadamente $5,0 \times 10^{30}$ kg por ano e contém cerca de 10^{9} massas solares de gás na sua constituição. Assumindo, em primeira aproximação, que a taxa se mantenha constante ao longo de todo o processo, estime quanto tempo demora para converter todo o gás existente em estrelas. Considere a massa do Sol $M_{Sol} = 2,0 \times 10^{30}$ kg.

a) Impossível de se estimar. b) $2,0 \times 10^{6}$ anos c) $4,0 \times 10^{8}$ anos d) $2,5 \times 10^{9}$ anos

67) No gráfico ao lado, vemos a relação teórica entre a massa, em termos de massas solares, e o raio, em termos de raios terrestres, das anãs brancas.

Baseado no gráfico, analise as seguintes afirmações e marque a opção verdadeira:

I - Anãs Brancas com massas iguais ao do Sol são menores do que a Terra;
II - Se por acreção uma Anã Branca ganhar massa, ela diminuirá de tamanho;
III - Só podemos ter Anãs Brancas com até 1,4 massa solar.

a) Todas as afirmações são verdadeiras.
b) As afirmações I e III são verdadeiras.
c) Apenas a afirmação I é verdadeira.
d) Apenas a afirmação III é verdadeira.

68) Um astrônomo amador construiu um telescópio do tipo kepleriano, com abertura de diâmetro D = 8,0 cm e distância focal f = 100,0 cm. Desconsiderando a turbulência da atmosfera da Terra, ache o menor diâmetro possível que uma cratera na superfície da Lua precisa ter para ser distinguida (resolvida) por este telescópio.
Dados: Distância telescópio-cratera = 376.000 km; comprimento de onda médio do visível λ = 500 nm.

a) 1,2 km b) 2,9 km c) 3,6 km d) 4,8 km

69) A velocidade orbital v de um pequeno corpo se movendo ao longo de uma órbita elíptica com semieixo maior a, devido ao campo gravitacional de um corpo central de massa M, pode ser expressa através da seguinte fórmula:

$$v = \sqrt{GM\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right)}$$

Onde r é a distância do pequeno corpo ao corpo central e G é a Constante Gravitacional Universal. Marque a opção que traz a velocidade orbital aproximada v no afélio de um corpo que orbita o Sol com semieixo maior a = 10,0 ua e com excentricidade e = 0,1. Dados: Massa do Sol = $2,0 \times 10^{30}$ kg; G = $6,7 \times 10^{-11}$ N.m^2.kg^{-2} ; 1 ua = $150,0 \times 10^9$ m.

a) 8,5 km/s b) 9,5 km/s c) 7,5 km/s d) 10,4 km/s

70) Um telescópio refletor de 1 m coleta uma dada porção de luz durante 1 h. Quanto tempo de integração será necessário para um telescópio de 6 m desempenhar a mesma tarefa?

a) 6 h b) 1/6 h c) 1 h d) 1/36 h

71) Considere uma binária visual, cuja órbita aparente é circular e de inclinação zero, com um período de P = 12,50 anos, uma separação angular máxima de θ = 1,00" (segundos de arco) e uma paralaxe trigonométrica de π = 0,10". Sabendo que, com relação ao centro de massa do sistema, a estrela secundária está a uma distância 4,0 vezes maior que a distância da estrela primária, indique a opção que traz a massa aproximada de cada estrela, em termos de massas solares.

a) 1,28 e 5,12 b) 1,60 e 4,80 c) 1,07 e 5,33 d) 2,13 e 4,27

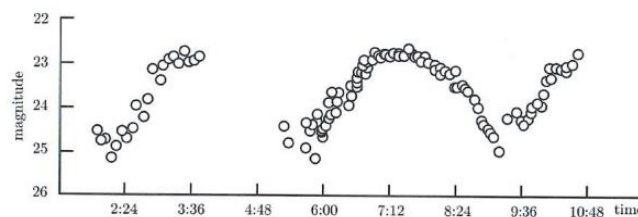
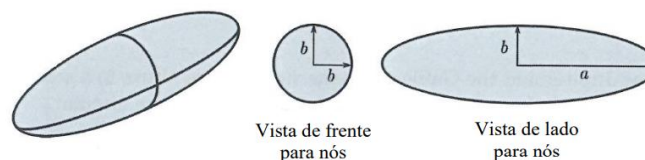
72) Duas estrelas de mesmo tipo espectral e mesma magnitude absoluta possuem magnitudes aparentes m_1 = 17 e m_2 = 12, respectivamente. Se a primeira estrela está a 1 kpc de distância de nós, a que distância de nós está a outra estrela?
a) 10 kpc b) 100 pc c) 50 pc d) 100 kpc

73) Considere três estrelas, que vamos denominar de A, B e C e que satisfazem as seguintes condições:

- a estrela A, vista da estrela B, está no limite da visibilidade do olho nu;
- a estrela B, vista da estrela C, está no limite da visibilidade do olho nu;
- a estrela C, vista da estrela A, está no limite da visibilidade do olho nu.

Chamemos as distâncias entre as estrelas A e B de d_1, entre B e C de d_2 e entre C e A de d_3. Considere que as magnitudes absolutas de A e B sejam, respectivamente, M_A = 2,0 e M_B = 3,0 e que uma estrela visível a olho nu deve possuir magnitude aparente $m \leq 6,0$. Marque a opção que traz a máxima magnitude absoluta M_C da estrela C e que que satisfaça as condições acima.

a) 2,41 b) 5,02 c) 0,94 d) 4,22

74) Em 19 de outubro de 2017 o telescópio Pan-STARRS, no Havaí, descobriu o primeiro objeto interestelar dentro do Sistema Solar. Ele recebeu o nome de 'Oumuamua', que significa "o mensageiro do passado". Sua curva de luz (magnitude em função do tempo) foi medida no dia 29 de outubro do mesmo ano e é mostrada na figura a seguir.

Considere que o Oumuamua seja um elipsoide, que lembra uma bola de futebol americano, como ilustrado na figura abaixo, cujo eixo de rotação está ao longo do semieixo menor b, perpendicular à linha de visada.

Considere que neste dia, devido à rotação, a amplitude da variação de magnitude do objeto foi de Δm = 2,5 mag. Com essa informação, marque a opção que traz a razão entre os semieixos a e b do Oumuamua, ou seja, o valor de a/b.

a) 5 b) 3,5 c) 10 d) 2,5

75) Uma câmera CCD com sensor de 2048 × 3072 pixels, está instalada no foco Cassegrain de um telescópio de razão focal f/10 e espelho primário de 200 mm de diâmetro. Qual a resolução angular aproximada no CCD, sabendo que cada pixel possui 7,20 µm de lado? A resposta está em "/pixel (segundo de arco/pixel).

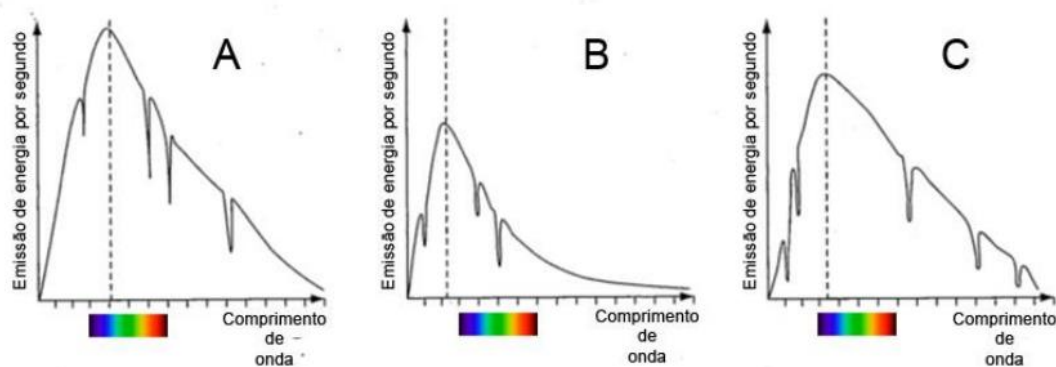
a) 0,37 b) 1,48 c) 2,22 d) 0,74

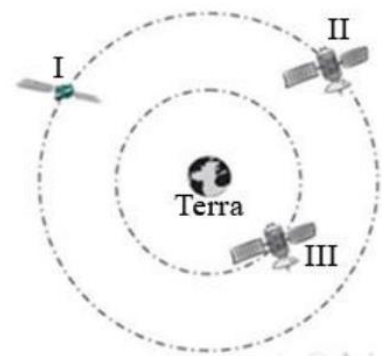
76) A galáxia de Andrômeda (M31, NGC224) está a aproximadamente 0,78 Mpc de distância e sua magnitude aparente vale m_{M31} = +3,4. A que distância M31 deveria estar para que seu brilho fosse o dobro do seu brilho atual? Suponha, em primeira aproximação, que não haja extinção interestelar na linha de visada.

a) 0,65 Mpc b) 0,55 Mpc c) 0,35 Mpc d) 0,39 Mpc

77) Estima-se que existam 800 mil asteroides com diâmetros maiores que 1 km orbitando o Sol entre 2,1 e 3,3 unidades astronômicas, região conhecida como Cinturão Principal dos Asteroides. Assumindo, em primeira aproximação, que todos estejam confinados ao plano da eclíptica, qual a ordem de grandeza das distâncias médias entre os asteroides nessa região? Adote: 1 au = $1,5 \times 10^8$ km

a) 10^6 km b) 10^4 km c) 10^5 km d) 10^7 km

78) Os gráficos a seguir ilustram a emissão de energia versus o comprimento de onda de três objetos desconhecidos A, B e C. Qual deles possui a temperatura mais alta?

a) A b) Impossível de responder, pois faltam informações. c) C d) B

79) Na figura ao lado, fora de escala, está representada a posição de três satélites (I, II e III), que se movem em órbitas circulares ao redor da Terra. O satélite I tem massa m e os satélites II e III têm, cada um, massa $2m$. Os satélites I e II estão na mesma órbita de raio r e o raio da órbita do satélite III vale $r/2$. Avalie as afirmações a seguir e marque a resposta certa:

I – Por ter o dobro da massa, a velocidade orbital do satélite II é o dobro da do satélite I;
II – Por ter a metade do raio orbital; a velocidade orbital do satélite III é o dobro da do satélite II;
III – Por estarem na mesma órbita, o período orbital do satélite I é o mesmo do satélite II;

IV – Se F_1, F_2 e F_3 forem os módulos da força gravitacional da Terra sobre os respectivos satélites, então $F_1 < F_2 < F_3$.

a) Apenas as afirmações III e IV são verdadeiras.
b) Todas as afirmações são verdadeiras.
c) Apenas a afirmação I não é verdadeira.
d) Apenas a afirmação II não é verdadeira.

80) Cientistas da Academia Chinesa de Ciências anunciaram recentemente a descoberta de um buraco negro "impossível". Segundo eles, esse objeto que encontraram não poderia existir de acordo com os modelos astronômicos atuais. Este monstruoso objeto, que recebeu o nome de LB-1, está localizado a 15 mil anos-luz da Terra. Após a descoberta inicial, os maiores telescópios ópticos do mundo – o *Gran Telescopio Canarias* de 10,4 m, na Espanha, e o *Telescópio Keck* I de 10 m, nos Estados Unidos – foram usados para determinar os parâmetros físicos do sistema. Os resultados foram fantásticos: há uma estrela 8 vezes mais pesada que o Sol orbitando um buraco negro de 70 massas solares a cada 79 dias, em uma órbita quase circular. Esta estrela está orbitando este "impossível" buraco negro a uma distância comparável à distância ao Sol de qual planeta do Sistema Solar?
Dados: Massa do Sol = $2{,}0 \times 10^{30}$ kg; distância média Terra-Sol = $1{,}5 \times 10^{11}$ m;
Constante Gravitacional G = $6{,}7 \times 10^{-11}$ N.m^2.kg^{-2}.

a) Terra b) Júpiter c) Vênus d) Marte

Gabarito

Astronomia

01) B	02) D	03) C	04) C	05) A	06) B	07) B	08) C	09) B	10) A
11) D	12) A	13) B	14) A	15) A	16) C	17) B	18) C	19) B	20) A
21) A	22) B	23) B	24) C	25) C	26) B	27) A	28) A	29) D	30) B
31) B	32) A	33) A	34) A	35) B	36) C	37) B	38) C	39) A	40) D
41) B	42) A	43) C	44) C	45) D	46) C	47) A	48) A	49) B	50) D

Astrofísica

01) C	02) B	03) C	04) A	05) A	06) D	07) D	08) D	09) D	10) B
11) A	12) D	13) B	14) A	15) A	16) D	17) A	18) C	19) B	20) A
21) B	22) B	23) A	24) C	25) D	26) D	27) B	28) A	29) B	30) C
31) B	32) C	33) B	34) D	35) B	36) D	37) C	38) B	39) C	40) C
41) D	42) C	43) D	44) D	45) B	46) A	47) D	48) E	49) A	50) C
51) A	52) E	53) C	54) B	55) A	56) C	57) D	58) B	59) B	60) C
61) A	62) B	63) A	64) D	65) A	66) C	67) A	68) B	69) A	70) D
71) A	72) B	73) C	74) C	75) D	76) B	77) A	78) D	79) A	80) D

Tabelas e Constantes

Alfabeto grego

Maiúscula	Minúscula	Pronúncia
Α	α	alfa
Β	β	beta
Γ	γ	gama
Δ	δ	delta
Ε	ε	épsilon
Ζ	ζ	dzeta
Η	η	eta
Θ	θ	teta
Ι	ι	iota
Κ	κ	capa
Λ	λ	lâmbda
Μ	μ	mi

Maiúscula	Minúscula	Pronúncia
Ν	ν	ni
Ξ	ξ	ksi
Ο	ο	ômicron
Π	π	pi
Ρ	ρ	rô
Σ	σ	sigma
Τ	τ	tau
Υ	υ	ípsilon
Φ	ϕ ,φ	fi
Χ	χ	qui
Ψ	ψ	psi
Ω	ω	ômega

Distâncias

Nome	Símbolo	Valores
Unidade astronômica	UA	1 UA = $1{,}496.10^{11}$ m
Ano-luz	al	1 al = $9{,}461.10^{15}$ m = 63 240 UA
Parsec	pc	1 pc = $3{,}086.10^{16}$ m = 206 264,806 UA = 3,262 al

Constantes físicas

Constantes físicas	Símbolo	Valores
carga elétrica elementar	e	$1,602.10^{-16}$ C
massa de repouso do elétron	-	$9,109.10^{-31}$ kg
massa de repouso do próton	-	$1,673.10^{-27}$ kg
massa de repouso do nêutron	-	$1,675.10^{-27}$ kg
constante de Avogadro	N_A	$6,022.10^{23}$ mol^{-1}
constante de Planck	h	$6,626.10^{-34}$ J.s
constante dos gases	R	8,314 J/(K.mol)
constante da gravitação universal	G	$6,673.10^{-11}$ $N.m^2/kg^2$
velocidade da luz no vácuo	c	$2,998.10^8$ m/s
constante de Stefan - Boltzmann	σ	$5,670.10^{-8}$ $W/(m^2.K^4)$
constante de Boltzmann	k	$1,381.10^{-23}$ J/K
constante de Wien	b	$2,898.10^{-3}$ m.K
constante de Hubble	H_0	67,80±0,77 km/(s.Mpc)
unidade de massa atômica	u.m.a	1 u.m.a. = $1,67.10^{-27}$ kg

Dados da Lua

Propriedades	Valores
Massa	$7,349.10^{22}$ kg
Raio médio	$1,737.10^6$ m
Distância média Terra - Lua	$3,844.10^8$ m
Densidade média	3,36 g/cm^3
Aceleração da gravidade na superfície	1,62 m/s^2
Temperatura	de -170°C a 120°C
Distância média a Terra	$3,78.10^8$ m

Constantes matemáticas

Constantes	Valores (≈)
π	3,141593
e	2,718282
1 rad	57,29578°
1°	0,017453 rad
1´´	$4,848.10^{-6}$ rad

Dados dos do Sol (⊙)

Propriedades	Valores
Massa	$1,989.10^{30}$ kg
Raio	$6,955.10^8$ m
Temperatura efetiva	5780 K
Luminosidade	$3,96.10^{26}$ W
Magnitude visual aparente na banda V	-26,78
Magnitude visual absoluta na banda V	4,75
Magnitude bolométrica absoluta	4,72
Inclinação do equador com a eclíptica	7°15´
Diâmetro angular aparente	30´
Distância ao centro da galáxia	8,5 kpc

Dados da Terra (⊕)

Propriedades	Valores
Massa	$5,974.10^{24}$ kg
Raio polar	$6,357.10^6$ m
Raio equatorial	$6,378.10^6$ m
Raio da esfera de mesmo volume	$6,371.10^6$ m
Perímetro aproximado da linha do equador	40 000 km
Volume	$1,087.10^{21}$ m^3
Densidade média	5,52 g/cm^3
Constante solar	1366 W/m^2
Velocidade orbital média	29,783 km/s
Distância média ao Sol	$1,49.10^{11}$ m
Aceleração da gravidade ao nível do mar a 45° de latitude	9,807 m/s^2

Dados aproximados do Sistema Solar

	Mercúrio	Vênus	Terra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Netuno
Diâmetro Equatorial (km)	4878	12100	12756	6786	142984	120536	51108	49538
Massa ($M_{\oplus}$)	0,055	0,815	1	0,107	317,9	95,2	14,6	17,2
Distância média ao Sol (10^6 km)	57,9	108,5	149,6	227,9	778,3	1423,6	2867	4488
Excentricidade da Órbita	0,206	0,0068	0,0167	0,093	0,048	0,056	0,046	0,010
Inclinação do eixo em relação à normal ao plano da órbita	0,1°	177°	23°27´	25°59´	3°05´	27°44´	98°	30°
Período de Revolução (d=dias, a=anos)	87,9 d	224,7 d	365,25d	686,98d	11,86a	29,46a	84,04a	164,8a
Período de Rotação (d=dias, h=hora)	58,6d	-243d	23h56m	24h37m	9h48m	10h12m	-17h54m	19h6m
Densidade (g/cm^3)	5,4	5,2	5,5	3,9	1,3	0,7	1,3	1,6
Principais Componentes Atmosfera	traços de Na,He,H,O	98%CO_2, 3,5%N	78%N_2, 21%O_2	95%CO_2, 3%N	90%H, 10%He	97%H, 3%He	83%H, 15%He,CH_4	74%H, 25%He, CH_4
Gravidade Superficial em relação à Terra ($g_{\oplus}$)	0,37	0,88	1	0,38	2,64	1,15	1,17	1,18

Resoluções - Astronomia

1) Alternativa B

O Sol é a única estrela do Sistema Solar, logo a mais próxima da Terra. Portanto, as outras estrelas estão mais distantes da Terra que o Sol.

2) Alternativa D

Como as estrelas do Cruzeiro do Sul não estão do Sistema Solar, devemos viajar até um ponto fora do Sistema Solar, por exemplo uma estrela distante, para perceber uma mudança notável na figura formada por estas estrelas.

3) Alternativa C

Para observarmos um eclipse do Sol na Lua, Sol-Terra-Lua deverão estar alinhados, portanto, um observador na Terra poderá presenciar um eclipse lunar.

4) Alternativa C

Depois do Equinócio de Outono, o Sol continua a se deslocar para o Norte até o Solstício de Inverno.

5) Alternativa A

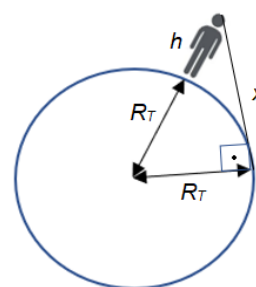
O movimento aparente dos astros no céu, incluindo o Sol, entre o nascente e o poente do mesmo dia é explicado pela rotação da Terra (os outros movimentos geram efeitos muito pequenos neste intervalo de tempo). Logo, a constelação de Gêmeos e o Sol movem-se praticamente juntos.

6) Alternativa B

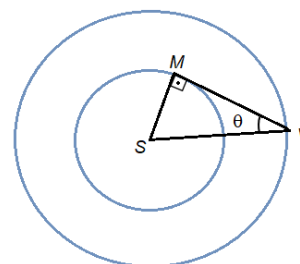
Para que a constelação de Gêmeos seja vista a meia-noite na mesma posição que foi observada ao meio-dia, a Terra deverá completar meia volta em torno do Sol a partir da primeira data de observação, ou seja, após 6 meses.

7) Alternativa B

Sendo R_T, h e x o raio da Terra, a altura do homem e a distância dos olhos do homem ao horizonte, temos:

$$(R_t + h)^2 = x^2 + R_T{}^2 \Rightarrow x^2 = R_T^2 + 2R_T.h + h^2 - R_T{}^2 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow x = \sqrt{h.(2R_T + h)} \Rightarrow x = \sqrt{1,8.(2.6,4.10^6 + 1,8)} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow x = 4,8.10^3 m = \boxed{4,8km}$$

8) Alternativa C

Seja S, M e V o Sol, Mercúrio e Vênus respectivamente, a maior separação angular θ é dada por:

$$sen\theta = \frac{SM}{SV} = \frac{0,387}{0,719} \Rightarrow \boxed{\theta = 32,6^o}$$

9) alternativa B

I – Incorreta. Projetando-se 3,5 vezes o braço maior do Cruzeiro do Sul, temos que o Polo Sul celeste está abaixo do horizonte. Logo o observador encontre-se no Hemisfério Norte.
II – Correta.
III – Incorreta. O fato do Cruzeiro do Sul estar “em pé” não está associado a meia-noite local.

10) Alternativa A

No método da paralaxe trigonométrica, o que importa é o tamanho da linha base usada. Se a distância ao Sol aumentou, os ângulos de paralaxe também aumentam.

11) Alternativa D

Analisando os quadros temos respectivamente: Hércules, Órion, Leão, Dragão, Gêmeos e Escorpião.

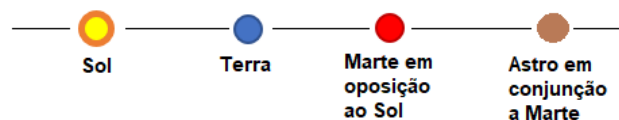
12) Alternativa A

A configuração de alinhamento Sol - Terra - Marte, que leva ao movimento retrógrado, repete-se a cada período sinódico de Marte (S_{Marte}). Portanto:

$$\frac{1}{S_{Marte}} = \frac{1}{P_{Terra}} - \frac{1}{P_{Marte}} \Rightarrow \frac{1}{S_{Marte}} = \frac{1}{365} - \frac{1}{687} \Rightarrow S_{Marte} = 779\ dias = 2 \text{ anos e } 2 \text{ meses}$$

Então, tendo como referência o final de junho de 2018, temos que a data movimento retrógrado de Marte seguinte será em setembro de 2020.

13) Alternativa B

Para um observador na Terra vendo Marte em oposição ao Sol, a conjunção de Marte só será possível com planetas externos ou planetas anões, ou seja, não será possível a conjunção com Vênus e Mercúrio.

14) Alternativa A

Devido ao movimento de libração, um observador próximo aos polos lunares (selenográficos) poderá ver a Terra aparecer e desaparecer. Já para um observador no hemisfério oculto ou no hemisfério visível, a alternância de visibilidade não ocorrerá.

15) Alternativa A

Para que a força de maré seja máxima, o sistema Terra-Sol-Lua deverá estar o mais alinhado possível. Dentre as opções, temos a Lua Cheia.

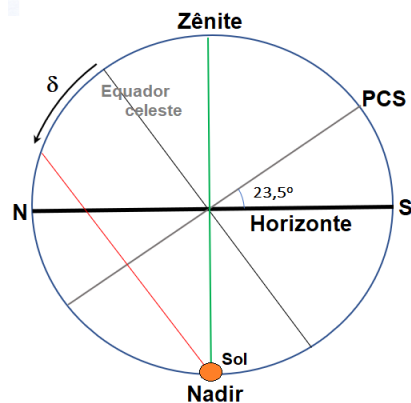
16) Alternativa C

O período de Sirius em torno da Lua é igual ao período de rotação da Lua em relação as estrelas. Mas seu período de rotação é igual a seu período de revolução em torno da Terra, observado em relação às estrelas. Isso é o mês sideral, o período em que a Lua completa uma revolução e retorna ao seu ponto inicial da esfera celeste.

17) Alternativa B

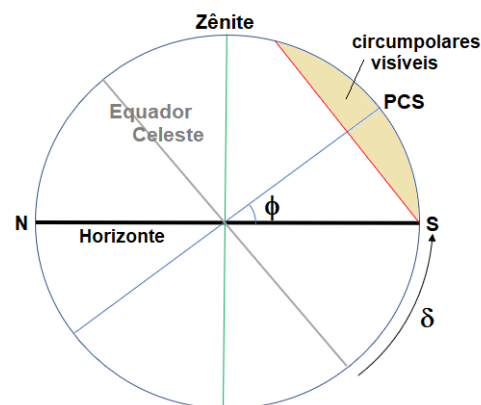
Se a ascensão reta do Sol é α = 6h, então a porção da esfera celeste que será dia claro vai de 6h-6h até 6h+6h, ou seja, 0h< α < 12h. Portanto, todas as estrelas nesta faixa estarão juntamente com o Sol (estrelas 1, 3 e 5). As estrelas fora desta faixa estarão no céu a noite (estrelas 2 e 4).

Se a ascensão reta do Sol é α = 18h, então a porção da esfera celeste que será dia claro vai de 18h-6h até 18h+6h, ou seja, 12h< α < 24h. Portanto, todas as estrelas nesta faixa estarão juntamente com o Sol (estrelas 2 e 4). As estrelas fora desta faixa estarão no céu a noite (estrelas 1, 3 e 5).

18) Alternativa C

Representando esquematicamente a situação em que o Sol passa pelo nadir em São Paulo (latitude 23,5º), temos que a declinação do Sol neste dia é δ = + 23,5º , ou seja, no dia do solstício de junho.

19) Alternativa B

No equinócio de março, o Sol passa apelo ponto vernal, logo suas coordenadas são α= 0h e δ = 0º. Já no equinócio de dezembro, o Sol está na mínima declinação Sul, incidindo diretamente na região do trópico de capricórnio, suas coordenadas são α= 18h e δ = -23,5º.

20) Alternativa A

Como a declinação de Canopus é negativa, a estrela será circumpolar visível no hemisfério Sul. Representando esquematicamente a latitude máxima que Canopus permanece sempre acima do horizonte, temos:

$$|\phi| + |\delta| = 90^o \Rightarrow |\phi| = 90^o - 52^o 42' \Rightarrow |\phi| = 32^o 18'$$

Logo, será visível somente em locais com latitudes inferiores a 37º18´ S ou -37º18´ S.

21) Alternativa A

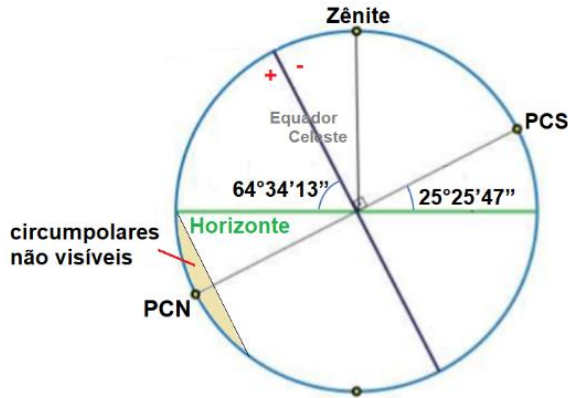
O dia 20/03/2016 foi o dia de equinócio de março, portanto o Sol nascerá no ponto cardeal leste com declinação 0º. Como São Paulo e Bertioga encontram-se no mesmo fuso horário, a diferença de longitudes é o que determina a diferença de horário do nascer do Sol nesse dia.
Bertioga está a leste de São Paulo, e, portanto, o Sol nascerá mais cedo em Bertioga. A diferença de longitude é de 0,5º, o que equivale a uma diferença de dois minutos de tempo (24h = 360º). Assim, o horário de nascer do sol será aproximadamente 6h08min em Bertioga.

22) Alternativa B

A latitude do lugar será a altura do polo Sul Celeste, que pode ser encontrada pela média dos complementos das distâncias zenitais máxima e mínima, logo:

$$|\phi| = \frac{(90^o - 81^o) + (90^o - 22^o 40')}{2} = \frac{76^o 20'}{2} \Rightarrow |\phi| = 38^o 10'$$

Como o observador encontra-se no hemisfério Sul, temos que a latitude é -38º10´.

23) Alternativa B

Analisando o esquema ao lado, para a latitude de Curitiba, temos que estrelas com declinação maior que 64º34´13´´ não serão visíveis em nenhuma época do ano.

24) Alternativa C

A separação angular entre as duas estrelas é dada por:

$$\cos D = sen\delta_A . sen\delta_B + \cos\delta_A . \cos\delta_B . \cos(\alpha_B - \alpha_A)$$

Logo:

$$\cos D = sen 30^o . sen 60^o + \cos 30^o . \cos 60^0 . \cos(90^o - 60^o) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cos D = 0{,}805 \Rightarrow \boxed{D \approx 36{,}5^o}$$

25) Alternativa C

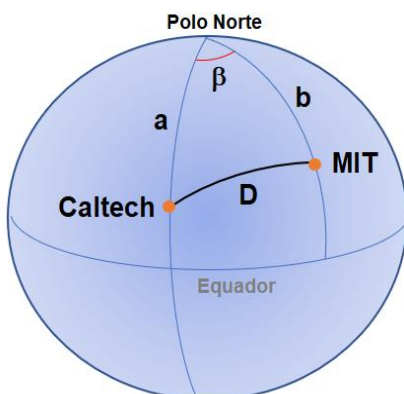
Lembrando que 1h=15º, temos que α_A = 43min35,52s = 10,898º e α_B = 1h37min43s = 24,429º. Logo o deslocamento angular D realizado pelo telescópio será:

$$\cos D = sen\delta_A . sen\delta_B + \cos\delta_A . \cos\delta_B . \cos(\alpha_B - \alpha_A) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cos D = sen(-17^o 59' 11{,}2'') . sen(57^o 14' 13{,}3'') + \cos(-17^o 59' 11{,}2'') . \cos(57^o 14' 13{,}3'') . \cos(24{,}429^o - 10{,}898^o) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cos D = (-0{,}3088).(0{,}8409) + (0{,}9511).(0{,}5412).(0{,}9722) \Rightarrow \cos D = 0{,}2407 \Rightarrow$$

$$\boxed{D \approx 76^o 4' 19{,}7''}$$

26) Alternativa B

A separação angular D entre a Caltech e o MIT é dado por:

$$\cos D = \cos a . \cos b + sen a . sen b . \cos\beta$$

Onde:

$$a = 90^o - 34{,}1377^o, \quad b = 90^o - 42{,}3601^o \text{ e } \beta = 118{,}1253^o - 71{,}0942^o$$

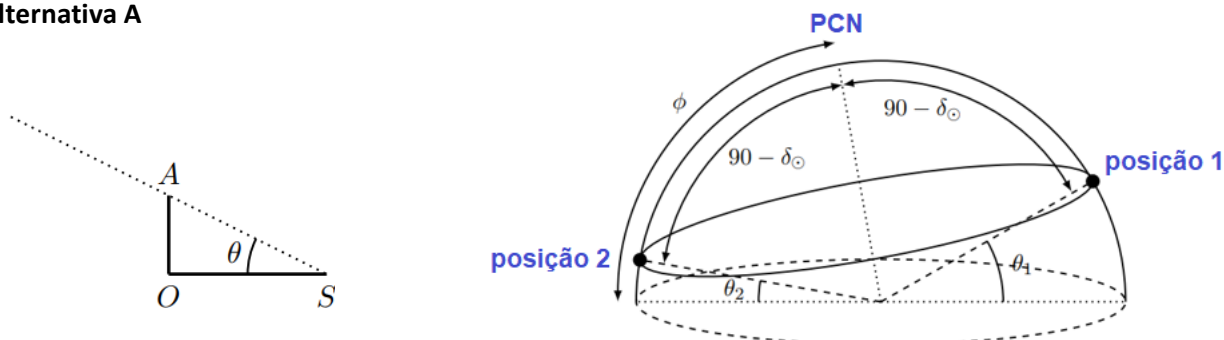
Logo:

$$\cos D = \cos 55{,}8623^o . \cos 47{,}6399^o + sen 55{,}8623^o . sen 47{,}6399^o . \cos 47{,}0311^o \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cos D = 0{,}794987 \Rightarrow D = 37{,}346^o$$

Portanto, a distância d, em km, que o foguete precisa voar é aproximadamente:

$$d = 2\pi R_{Terra}.\frac{37,346^o}{360^o} \Rightarrow \boxed{d = 4160\ km}$$

27) Alternativa A

Sendo OA o comprimento da vareta (1m) e OS o comprimento da sombra, temos:

$$tg\theta = \frac{1}{OS} \Rightarrow \theta = arctg\frac{1}{OS}$$

Para o Sol na posição 1, situação em que a sombra da vareta tem comprimento mínimo (OS = 1,732m), da geometria do sistema, vem:

$$\theta_1 + (90^o - \delta_{Sol}) + \phi = 180^o$$

Para o Sol na posição 2, situação em que a sombra da vareta tem comprimento máximo (OS = 5,671m), da geometria do sistema, vem:

$$\theta_2 + (90^o - \delta_{Sol}) = \phi$$

Subtraindo as equações anteriores, temos:

$$2\phi = \theta_2 - \theta_1 + 180^o \Rightarrow 2\phi = arctg\frac{1}{5,671} - arctg\frac{1}{1,732} + 180^o \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2\phi = 7,935^o - 25,981^o + 180^o \Rightarrow \boxed{\phi \approx 80^o}$$

28) Alternativa A

I – Correta. Spica pertence ao hemisfério sul celeste pois sua declinação é negativa, enquanto Vega pertence ao hemisfério norte celeste pois sua declinação é positiva.

II – Correta. Para que uma estrela seja visível em Quebec (φ = 47ºN) sua declinação deve ser maior que - 90º + φ, ou seja, δ > - 43º.

III – Incorreta. Apenas Acubens (αCancri) está na faixa do zodíaco.

IV – Incorreta. Para ser circumpolar visível em Porto Alegre (φ =30ºS), a estrela deve ter declinação menor que - 90º + φ, ou seja, δ < - 60º.

29) Alternativa D

Embora as estrelas pareçam estar fixas no céu, elas na verdade se movem no espaço com velocidades altas, da ordem de dezenas ou centenas de km/s. Suas distâncias gigantescas fazem com que estes movimentos sejam quase imperceptíveis a um observador na Terra. O movimento aparente das estrelas no céu, reflexo de seu movimento no espaço, embora pequeno, é mensurável. A ele chamamos de *movimento próprio* e o representamos pela letra grega μ.

30) Alternativa B

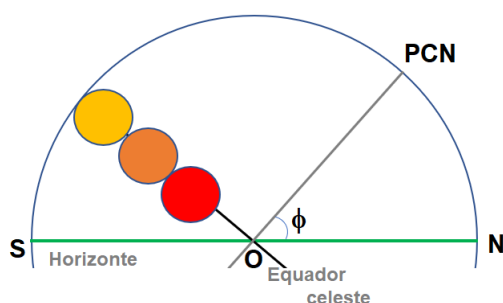
Os satélites galileanos em ordem de distância são a Júpiter são Io, Europa, Ganimedes e Calisto; portanto, equivalentes respectivamente aos algarismos I, II , III e IV.
I – Correta. No início do dia 8, Io (I) estava a leste de Júpiter enquanto Europa (II) estava a oeste. Pelo gráfico, temos que final do dia 8, Io estava a oeste e Europa a leste de Júpiter, ou seja, haviam trocado de lado.
II – Incorreta. No dia 13 tivemos, primeiro trânsito de Europa e depois de Io.
III – Correta. No início do dia 24, Ganimedes (III) estava visualmente mais afastado de Júpiter.
IV – Incorreta. No dia 7, Calisto (IV) está em trânsito. Note que a linha IV passa pela frente das duas linhas paralelas, caso passasse por trás, seria ocultação.

31) Alternativa B

I – Correta. Analisando o gráfico, temos que no dia 1/02 o Sol se pôs às 18h e Urano será visível até às 24h.
II – Correta. Analisando o gráfico, temos que Urano será visível até às 24h ente os meses de agosto e dezembro.
III – Incorreta. Analisando o gráfico, temos que no dia 01/10 Urano nasceu por volta das 20h, portanto às 22h ele ainda estará mais próximo do horizonte leste.

32) Alternativa A

I – Correta. Analisando o gráfico, temos que Marte estará visível à meia-noite do início de março até o final de dezembro.
II – Correta. De janeiro até a metade de abril, Marte estará acima do horizonte juntamente com o Sol (região branca) às 12h.
III – Correta. No dia 01/05 nasceu por volta das 22h, portanto estará próximo ao horizonte leste às 23h.

33) Alternativa A

No dia 18 de abril, a declinação do Sol é pequena, portanto, podemos considerado sobre o equador celeste.
Pela trajetória do Sol, vemos que o polo elevado é o Norte. Por definição, a latitude geográfica (ϕ) de um lugar é igual à altura do polo elevado. Estimando a partir da imagem, temos que $\phi \approx 50^o$, o que indica que este local está ao Norte do Trópico de Câncer e ao Sul do Círculo Polar Ártico.

34) Alternativa A

O fenômeno apresentado no texto é o da precessão dos polos celestes. Como o mapa mostra constelações do hemisfério celeste sul, temos que a figura está relacionada com a precessão do polo celeste sul.

35) Alternativa B

I – Correta. É possível encontrar o polo celeste sul na carta.
II – Incorreta. Usando o Sol, Saturno, Vênus, Mercúrio e as constelações zodiacais, pode-se traçar a eclíptica no mapa.
III – Correta. A constelação da Lira aparece ao Norte entre o Cisne e Hércules.
IV – Incorreta. Como o Escorpião aparece no mapa próximo ao zênite, Órion não estará visível.

36) Alternativa C

a. Analisando a tabela, observa-se a menor variação nas ascensões retas próximo a 1 MAR.

b. Observa-se que o planeta avança para leste (sentido direto das ascensões retas) até MAR.1 e, a seguir começa a realizar o movimento retrógrado, o que significa estar a caminho da oposição. O fenômeno das laçadas acontece apenas próximo a oposição.

37) Alternativa B

Vemos na Carta Celeste que o limite inferior da constelação (mais afastado do Polo Celeste Sul) está a 30° do Equador Celeste, portanto a altura mínima do Polo Celeste Sul para que este limite esteja no horizonte será: $90^\circ - \phi = 30^\circ \Rightarrow \phi = 60^\circ$ S Por definição, a latitude geográfica de um lugar é igual à altura do polo elevado. Portanto a constelação do Centauro será circumpolar para latitudes geográficas superiores a 60° S ou, como a latitude tem valores negativos para o Hemisfério Sul, inferiores a -60°.

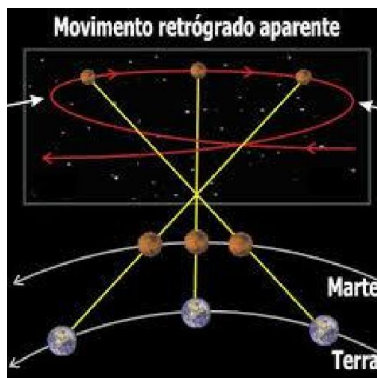
38) Alternativa C

Por definição, a latitude geográfica de um lugar é igual à altura do polo elevado, que é igual à distância zenital do Equador Celeste. Se o Sol está no zênite, esta será, também o valor da declinação do Sol. A cidade cuja latitude geográfica (10º 35' S) tem o mesmo valor da declinação do Sol (-10º 35') o verá passar pelo Zênite neste dia.

39) Alternativa A

Da figura, temos que o satélite I está passando na frente do disco de Júpiter (trânsito de Io). O satélite II está entrando atrás do disco de Júpiter (ocultação de Europa). O satélite III está saindo da sombra de Júpiter (eclipse de Ganimedes - reaparecimento). O satélite IV está projetando sua sombra no disco de Júpiter (trânsito da sombra de Calisto).

40) Alternativa D

I – Correto. O período sinódico S é o intervalo de tempo decorrido entre duas configurações iguais consecutivas. É o período de revolução aparente do planeta em relação à Terra. Analisando as datas de duas configurações consecutivas, temos que o intervalo de tempo é cerca de 780 dias.
II – Correto. Vemos no esquema, que a oposição de Marte ocorreu antes de Marte atingir o ponto indicado como seu periélio (P).
III – Incorreto. As oposições de Marte ocorreram em distâncias diferentes ao longo dos anos porque as órbitas da Terra e de Marte são elípticas, têm seus periélios em direções diferentes e não estão no mesmo plano. Forças diferenciais gravitacionais da Lua e do Sol produzem um torque que tende a alinhar o eixo de rotação da Terra com o eixo da eclíptica, mas como esse torque é perpendicular ao momentum angular de rotação da Terra, seu efeito é mudar a direção do eixo de rotação, sem alterar sua inclinação. Isto é chamado de precessão da Terra. O movimento de precessão da Terra é conhecido como precessão dos equinócios, porque, devido a ele, os equinócios (ponto vernal e ponto outonal) se deslocam ao longo da eclíptica no sentido de ir ao encontro do Sol (retrógrado em relação ao movimento da Terra em torno do Sol) 50,29"/ano.
IV – Correto. Durante a oposição, Marte estará realizando o movimento retrógrado como mostra o esquema abaixo.

41) Alternativa B

No dia do solstício de verão para o hemisfério sul, a declinação do Sol é de – 23,5º, ou 23,5º S. Nos polos, o equador celeste está na altura do horizonte. Logo, considerando o observador no polo sul geográfico, no dia do solstício de verão o Sol estará a 23,5º acima do horizonte.

42) Alternativa A

Da definição de paralaxe, temos que o raio angular da órbita da Terra para um ponto a 6,6 parsecs de distância é:

$$p('') = \frac{1}{d(pc)} = \frac{1}{6{,}6} \Rightarrow p = 0{,}15''$$

Portanto, o diâmetro angular da órbita da Terra nestas condições é 0,30 segundos de arco.

43) Alternativa C

Elongação é a distância angular vista da Terra entre o Sol e um astro. No caso de um planeta interior, esse ângulo jamais atinge 180º.

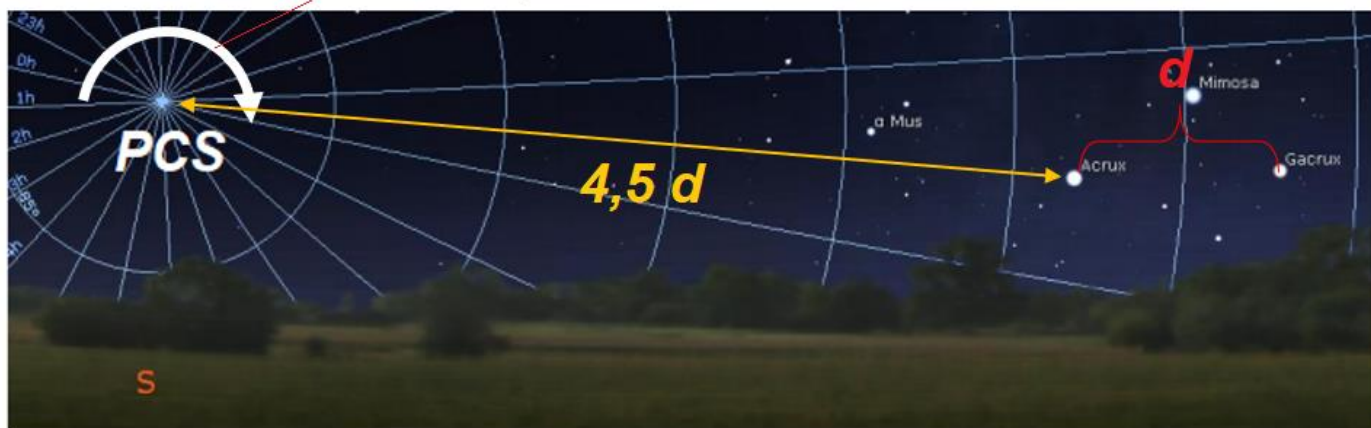
Comentário: Esta resposta não é verdadeira para todo observador do Hemisfério Sul. Em latitudes inferiores a –70º, é possível que, em determinados anos, Vênus seja visto à meia-noite no dia do Solstício de Verão (HS).

44) Alternativa C

Analisando imagem, percebe-se o asterismo de Órion, constelação que domina o céu no verão do hemisfério Sul. A estrela apontada é a mais brilhante de Órion, ou seja, Rigel que, na designação de Bayer, é conhecida como Beta Orionis (β Ori).

45) Alternativa D

Pode-se determinar a posição do Polo Celeste Sul (PCS) prolongando 4,5 vezes o braço maior do Cruzeiro do Sul, indicado com a letra d no esquema abaixo. Caso este ponto esteja acima do horizonte, o observador encontra-se em um ponto do Hemisfério Sul.

O sentido do movimento aparente diurno da Esfera Celeste pode ser determinado a partir da Regra da Mão Direita. Aponte o polegar direito para o Polo Celeste Sul (PCS), os outros dedos juntos dão o sentido do movimento diurno aparente da Esfera Celeste. Nota-se então, que o Cruzeiro irá se pôr em breve.

46) Alternativa C

A pesar da Lua levar cerca de 27,3 dias para finalizar sua rotação (período sideral), no final da rotação, o Sol não ilumina, o mesmo ponto lunar do início. Isso só vai acontecer quando a Lua completar o intervalo entre duas fases iguais e sucessivas conhecido como período sinódico.

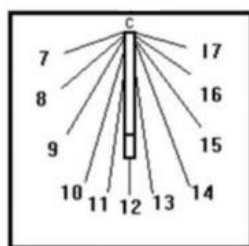
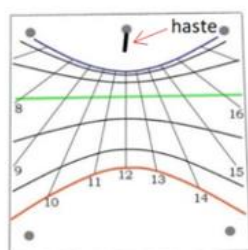
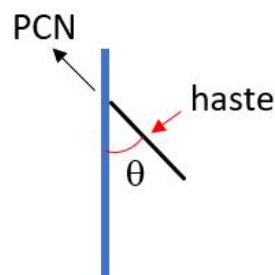
Então, se no céu lunar o Sol percorre 360º em 29,5 dias, para atravessar todo o seu disco pelo horizonte ($\Delta\varphi$ = 32´) levará:

$$\Delta t = 32'.\frac{29{,}5\,dias}{360^o}.\frac{24\,h}{1\,dia}.\frac{1^o}{60'} \Rightarrow \Delta t = 1{,}048\,h = \boxed{63\text{min}}$$

47) Alternativa A

Devido a ação das forças gravitacionais da Lua e do Sol sobre a Terra, temos que o eixo de rotação move-se ao longo do tempo em um movimento conhecido como precessão; fazendo com que os polos celestes não ocupem sempre as mesmas posições no céu. Cada polo Celeste move-se lentamente entorno do polo da eclíptica descrevendo uma circunferência entorno dele com raio de 23,5°. O tempo necessário para descrever uma vota é aproximadamente 26000 anos.

48) Alternativa A

Como o mostrador do relógio traz as primeiras horas do dia à esquerda, significa que o Sol está nascendo à direita do mostrador. Se o lado Leste está á direita, quando olhamos para a foto, estamos olhando de frente para o Norte, e portanto, seu mostrador está voltado para o Sul.

Vista de frente

Vista de lado

A linha na parte superior (azul) corresponde aos pontos onde a sombra do mostrador tem menor comprimento e ocorre quando a altura do Sol é mínima, ou seja, descreve o solstício de inverno.

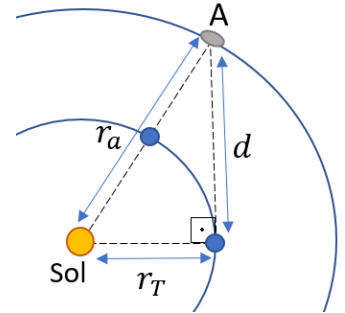
Já a linha na parte inferior (vermelha) mostra aos pontos onde a sombra do mostrador tem maior comprimento e ocorre quando o Sol está mais alto no céu, portanto, ela descreve o solstício de verão.

A linha horizontal (verde) é percorrida nos dois dias em que a noite tem exatamente o mesmo período do dia claro. Isso acontece nos equinócios da primavera e do outono.

49) Alternativa B

Como o asteroide (A) foi observado em quadratura e em oposição, sua órbita é exterior, ou seja, sua distância ao Sol é maior que a distância Terra-Sol. Sendo r_T , r_a e d , respectivamente, o raio da órbita da Terra, o raio da órbita do Asteroide e a distância Terra-Asteroide na situação de quadratura, temos:

$$r_a^2 = d^2 + r_T^2$$

Sabendo que o sinal é uma onda eletromagnética, portanto, no vácuo, propaga a uma velocidade c = 3.10^8 m/s, e que o tempo de ida do sinal é igual ao tempo de volta, temos:

$$\begin{cases} t_q = \dfrac{d}{c} = \dfrac{\sqrt{r_a^2 - r_T^2}}{c} \\ t_{op} = \dfrac{r_a - r_T}{c} \\ 2t_q = 2t_{op} + 800 \end{cases} \Rightarrow 2.\frac{\sqrt{r_a^2 - r_T^2}}{c} = 2.\frac{(r_a - r_T)}{c} + 800 \Rightarrow \sqrt{r_a^2 - r_T^2} = (r_a - r_T) + 400c$$

Considerando que o raio da órbita da Terra é 1 ua (r_T = 1 ua = $1{,}5.10^{11}$ m), e trabalhando as distâncias em ua, vem:

$$\sqrt{r_a^2 - r_T^2} = (r_a - r_T) + 400c \Rightarrow \sqrt{r_a^2 - 1} = (r_a - 1) + \frac{400.3.10^8}{1{,}5.10^{11}} \Rightarrow \sqrt{r_a^2 - 1} = r_a - 1 + 0{,}8 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r_a^2 - 1 = (r_a - 0{,}2)^2 \Rightarrow \boxed{r_a = 2{,}6\,ua}$$

50) Alternativa D

I – Incorreta. Entre os pontos 1 e 2 temos ocultação.
II – Incorreta. Entre os pontos 3 e 4 não veremos o satélite pois os raios solares não podem atingi-lo, ou seja, estará eclipsado.
III – Incorreta. Entre os pontos 5 e 6 temos a situação de trânsito do satélite.
IV – Correta. No ponto 6 se encerra o trânsito, ou seja, o satélite sai da frente de Júpiter e no ponto 7 se inicia a passagem da sombra do satélite pelo disco do planeta.

Resoluções – Astrofísica

1) Alternativa C

A escala horizontal é logarítmica. Portanto, para encontrarmos a posição correspondente ao diâmetro de 30 m temos que fazer log 30 ≈ 1,48 o que equivale ao traço entre 10 m e 100 m. Logo, o intervalo de tempo entre impactos será 1 a cada 100 anos.

2) Alternativa B

Da situação descrita, temos:

$$\left| \begin{array}{l} V = \frac{4}{3}\pi.R^3 \\ m = d.V \end{array} \right. \Rightarrow m = d.\frac{4}{3}\pi.R^3 \Rightarrow m = 1{,}66.10^{-27}.\frac{4}{3}\pi.(6{,}37.10^6)^3 \Rightarrow \boxed{m = 1{,}79.10^{-3}kg \approx 1{,}8g}$$

3) Alternativa C

Da lei de Wien, temos:

$$\lambda_{máx}.T = 2{,}898.10^{-3}m.K \Rightarrow 9{,}12.10^{-8}.T = 2{,}898.10^{-3} \Rightarrow \boxed{T \approx 3{,}18.10^4 K}$$

4) Alternativa A

Da lei de Wien, temos:

$$\lambda_{máx}.T = 2{,}898.10^{-3}m.K \Rightarrow \lambda_{máx}.(273-214) = 2{,}898.10^{-3} \Rightarrow \lambda_{máx} \approx 4{,}91.10^{-5}m = \boxed{49{,}1\,\mu m}$$

Que corresponde a radiação no infravermelho (entre ~ 1 μm e 1000 μm).

5) Alternativa A

A quantidade de energia por unidade de tempo (potência luminosa - P) que atinge o planeta de raio r a uma distância d da estrela:

$$\left| \begin{array}{l} F_p = \frac{L_{estrela}}{4\pi.d^2} \\ F_p = \frac{P}{\pi r^2} \end{array} \right. \Rightarrow P = \frac{L_{estrela}}{4\pi.d^2}.\pi r^2$$

Já o fluxo médio incidente é obtido pela relação entre a potência incidente pela área total do planeta:

$$\left| \begin{array}{l} \overline{F}_p = \frac{P}{4\pi.r^2} \\ P = \frac{L_{estrela}}{4\pi.d^2}.\pi r^2 \end{array} \right. \Rightarrow \overline{F}_p = \frac{L_{estrela}}{16\pi.d^2} = \frac{4\pi.R^2_{estrela}.\sigma.T^4_{estrela}}{16\pi.d^2} \Rightarrow \overline{F}_p = \frac{R^2_{estrela}.\sigma.T^4_{estrela}}{4.d^2}$$

O planeta reflete 10% da luz incidente, absorvendo os outros 90%. A energia absorvida aquece o planta que irradia como um corpo negro a uma taxa de σ.T⁴ por unidade de área (F = σ.T⁴ , Lei de Stefan – Boltzmann).

$$F = 0{,}9.\overline{F}_p \Rightarrow \sigma.T^4 = 0{,}9.\frac{R^2_{estrela}.\sigma.T^4_{estrela}}{4.d^2} \Rightarrow T^4 = \frac{0{,}9.(1{,}2.6{,}96.10^8)^2.6500^4}{4.(1{,}5.1{,}49.10^{11})^2} \Rightarrow \boxed{T \approx 273{,}66K}$$

6) Alternativa D

O raio determinado é conhecido como raio de Schwarzschild, ou raio do horizonte de eventos dado por:

$$R_{Sch} = \frac{2GM_{total}}{c^2} = \frac{2.6,67.10^{-11}.6.1,99.10^{30}}{(3.10^8)^2} \Rightarrow \boxed{R_{Sch} \approx 17,7.10^3 m = 17,7 km}$$

7) Alternativa D

I – Incorreta. Estrelas podem apresentar o mesmo brilho aparente (magnitude aparente) estando a distâncias diferentes da Terra.
II – Incorreta. A escala de magnitude é inversamente proporcional ao brilho, ou seja, quanto maior o brilho menor a magnitude.
III – Incorreta. Analisando o digrama H-R, temos que é possível encontramos estrelas de mesmo diâmetro e temperaturas diferentes.

8) Alternativa D

Da equação geral de magnitudes, temos:

$$\left| \begin{array}{l} m_{eclipse} - m_{Sol} = -2,5.\log\left(\dfrac{F_{eclipse}}{F_{Sol}}\right) \Rightarrow m_{eclipse} - (-26,7) = -2,5.\log 0,6 \Rightarrow \boxed{m_{eclipse} = -26,1} \\ F_{eclipse} = 0,6.F_{Sol} \end{array} \right.$$

9) Alternativa D

A distância em parsec, é dada por:

$$d(pc) = \frac{1}{p(s)} \Rightarrow d = \frac{1}{0,25} \Rightarrow \boxed{d = 4pc}$$

10) Alternativa B

Considerando que Betelgeuse permaneça sempre a distância d da Terra, da equação geral das magnitudes, temos:

$$m_1 - m_2 = -2,5.\log\left(\frac{F_1}{F_2}\right) \Rightarrow \Delta m = -2,5.\log\left(\frac{L_1}{4\pi.d^2}\frac{4\pi.d^2}{L_2}\right) \Rightarrow \Delta m = -2,5.\log\left(\frac{L_1}{L_2}\right)$$

Logo:

$$\Delta m = -2,5.\log\left(\frac{L_1}{L_2}\right) = -2,5.\log\left(\frac{4\pi R_1^2.\sigma.T^4}{4\pi R_2^2.\sigma.T^4}\right) \Rightarrow \Delta m = -5.\log\left(\frac{550}{920}\right) \Rightarrow \boxed{\Delta m \approx 1,12}$$

11) Alternativa A

O semieixo maior (a) da órbita do cometa é:

$$a^3 = p^2 \Rightarrow a^3 = 4^2 \Rightarrow a = 2,52\,UA$$

Logo:

$$r_{mín} = a.(1-e) = 2,52.(1-0,2) \Rightarrow \boxed{r_{mín} = 2,016\,UA}$$

$$r_{máx} = a.(1+e) = 2,52.(1+0,2) \Rightarrow \boxed{r_{máx} = 3,024\,UA}$$

12) Alternativa D

O semieixo maior a da órbita do planeta é dado por:

$$a = \frac{8+6}{2} = 7\min - luz = 7\min .60\frac{s}{\min}.3.10^8\frac{m}{s} \Rightarrow a = 1{,}26.10^{11}m$$

Como o período do planeta é 400 dias = 3,456.10^7 s, da 3ª Lei de Kepler, temos:

$$P^2 = \frac{4\pi^2}{GM}.a^3 \Rightarrow M = \frac{4\pi^2}{G}.\frac{a^3}{P^2} \Rightarrow M = \frac{4\pi^2}{6{,}67.10^{-11}}.\frac{(1{,}26.10^{11})^3}{(3{,}456.10^7)^2} \Rightarrow \boxed{M \approx 9{,}9.10^{29}kg}$$

13) Alternativa B

Da equação do efeito Doppler para a luz, temos:

$$v = c.\frac{\Delta\lambda}{\lambda} \Rightarrow v = 3.10^5.\left(\frac{486{,}112 - 486{,}133}{486{,}112}\right) \Rightarrow \boxed{v = -12{,}96km/s}$$

Como v < 0, temos que a estrela está se aproximando a 12,96 km/s.

14) Alternativa A

Da equação geral de magnitudes, temos:

$$m_{Sol} - m_{estrela} = -2{,}5.\log\left(\frac{F_{Sol}}{F_{estrela}}\right) \Rightarrow -26{,}74 - 4 = -2{,}5.\log\left(\frac{1{,}36.10^3}{F_{estrela}}\right) \Rightarrow F_{estrela} = 6{,}88.10^{-10}W/m^2$$

Então:

$$F_{estrela} = \frac{n.E_{fóton}}{A_{olho}} \Rightarrow F_{estrela} = \frac{n}{\pi.r^2}.\frac{hc}{\lambda} \Rightarrow n = \frac{F_{estrela}.\lambda.\pi r^2}{hc} \Rightarrow n = \frac{6{,}88.10^{-10}.550.10^{-9}.\pi.(3.10^{-3})^2}{6{,}63.10^{-34}.3.10^8} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{n \approx 5{,}4.10^4\ fótons/s}$$

15) Alternativa A

Considerando o Sol a 1 UA = 4,82.10^{-6} pc de distância do observador, temos que sua magnitude absoluta é:

$$m - M = 5\log d - 5 \Rightarrow -26{,}74 - M = 5\log(4{,}82.10^{-6}) - 5 \Rightarrow M \approx 4{,}84$$

Portanto, a magnitude aparente do Sol m´ a 10 al = 3,067 pc será:

$$m' - M = 5\log d' - 5 \Rightarrow m' - 4{,}84 = 5\log(3{,}067) - 5 \Rightarrow \boxed{m' \approx 2{,}27}$$

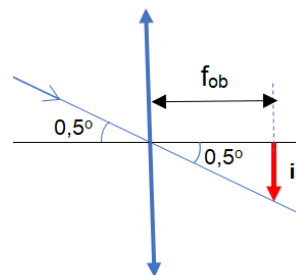
16) Alternativa D

Como o módulo da energia potencial gravitacional do cometa é menor que o módulo da sua energia cinética, a energia mecânica do sistema será maior que zero. Logo, trata-se de uma órbita hiperbólica.

$$E_{mec} = K + U = \frac{mv^2}{2} - \frac{GMm}{r} \Rightarrow E_{mec} > 0 \text{ (hiperbólica)}$$

17) Alternativa A

A distância focal da objetiva (f_{ob}) é dada por:

$$\left| \begin{array}{l} n = \dfrac{f_{ob}}{D} \\ D = 0{,}21\,m \\ n = 14{,}3\,(\text{razão focal}) \end{array} \right. \Rightarrow f_{ob} = 14{,}3.0{,}21 \Rightarrow f_{ob} = 3{,}003m$$

Como a imagem é formada no plano focal do instrumento, seu comprimento é dado por:

$$tg\,0{,}5^o = \frac{i}{f_{ob}} \Rightarrow i = f_{ob}.tg\,0{,}5^o = 3{,}003.tg\,0{,}5^o \Rightarrow i \approx 0{,}0262\,m = \boxed{2{,}62cm}$$

18) Alternativa C

I – Incorreta. Como a magnitude aparente de Marte é indicada na maioria do período maior que a do planeta Júpiter, temos que seu brilho será menor.
II – Correta. Analisando o gráfico, temos que no ano de 2018 as linhas se cruzam indicando que em alguns momentos as magnitudes aparentes foram iguais.
III – Correta. Entre 2018 e 2024, por dois períodos as magnitude aparente de Marte ficou menor do que a de Júpiter. Nestes períodos, Marte será mais brilhante do que Júpiter.

19) Alternativa B

O tamanho angular da Grande Mancha vista da Terra:

$$tg\,\theta = \frac{16350\ km}{4{,}2.1{,}5.10^8 km} \Rightarrow \theta = 5{,}353''$$

Portanto, utilizando o critério de Rayleigh, temos:

$$\theta('') = \frac{138{,}4}{D(mm)} \Rightarrow D = \frac{138{,}4}{5{,}353} \Rightarrow \boxed{D \approx 25{,}85\ mm}$$

20) Alternativa A

Da 3ª Lei de Kepler, temos:

$$\frac{P_A^2}{a_A^3} = \frac{P_B^2}{a_B^3} \Rightarrow \left(\frac{a_B}{a_A}\right)^3 = \left(\frac{P_B}{P_A}\right)^2 \Rightarrow \left(\frac{a_B}{a_A}\right)^3 = \left(\frac{2P_A}{P_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{a_B}{a_A} = \sqrt[3]{4}$$

Comparando as forças gravitacionais, vem:

$$\frac{F_{GA}}{F_{GB}} = \frac{\dfrac{G.M_E.m_A}{a_A^2}}{\dfrac{G.M_E.m_B}{a_B^2}} \Rightarrow \frac{F_{GA}}{F_{GB}} = \frac{m_A}{m_B}.\left(\frac{a_B}{a_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{F_{GA}}{F_{GB}} = \frac{2m_B}{m_B}.\left(\sqrt[3]{4}\right)^2 \Rightarrow \boxed{\frac{F_{GA}}{F_{GB}} = 4\sqrt[3]{2}}$$

21) Alternativa B

A forma como se move um telescópio com montagem equatorial faz com que ele acompanhe naturalmente a mudança de inclinação do campo estelar.

22) Alternativa B

O semieixo maior a do sistema binário é dado por:

$$tg\theta('') = \frac{a(UA)}{10\,pc} \Rightarrow 2'' = \frac{a(UA)}{10\,pc} \Rightarrow a = 20UA$$

Aplicando a 3ª. Lei de Kepler, vem:

$$\frac{P^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G.M_{Total}} \Rightarrow \frac{P^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G.n.M_{Sol}} \Rightarrow \frac{P^2(anos)}{a^3(UA)} = \frac{1}{n} \Rightarrow \frac{5^2}{20^3} = \frac{1}{n} \Rightarrow \boxed{n = 320}$$

23) Alternativa A

Sabendo que a resolução angular de um telescópio é dada por $sen\theta = 1{,}22.\frac{\lambda}{D}$, para resoluções iguais, vale:

$$\frac{\lambda_1}{D_1} = \frac{\lambda_2}{D_2} \Rightarrow \frac{2\,m}{D} = \frac{550.10^{-9}m}{2{,}5.10^{-2}m} \Rightarrow \boxed{D \approx 9.10^4 m}$$

24) Alternativa C

Da equação geral de magnitudes, temos que a magnitude limite do telescópio será:

$$m_{olho} - m_{telesc} = -2{,}5.\log\left(\frac{F_{olho}}{F_{telesc}}\right) \Rightarrow 6 - m_{telesc} = -2{,}5.\log\left(\frac{\pi.r^2_{telesc}}{\pi.r^2_{olho}}\right) \Rightarrow 6 - m_{telesc} = -5.\log\left(\frac{700}{7}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{telesc} = 16$$

Logo, o Cometa Johnson será passa a ser visível, quando observado pelo telescópio, de julho de 2016 a julho de 2018.

25) Alternativa D

I – Correta. No gráfico, a temperatura cresce para a esquerda, portanto, Vega é mais quente que Arcturus e possuem luminosidades semelhantes
II – Incorreta. A classe espectral de Vega é A enquanto de Arcturus é K.
III – Incorreta. Analisando o gráfico da direita, temos que o raio de Acturus é maior do que de Vega.
V – Correta.

26) Alternativa D
A velocidade de recessão da galáxia é:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{v}{c} \Rightarrow \frac{2}{486{,}1} = \frac{v}{2{,}99.10^5} \Rightarrow v = 1230{,}2\,km/s$$

Da Lei de Hubble, temos que sua distância é;

$$v = H_0.d \Rightarrow 1230{,}2 = 67{,}15.d \Rightarrow d = 18{,}32\,Mpc$$

Sabendo que 1pc = 3,26 al, temos que o tempo que a luz da galáxia levou para chegar até nós é:

$$d = 18{,}32Mpc.\frac{3{,}26al}{1pc} = 59{,}7Mal \Rightarrow d = \boxed{\Delta t \approx 60.10^6\,anos}$$

27) Alternativa B

Analisando o diagrama HR, e respeitando as características das estrelas 1,2,3 e 4; temos que suas classificações são respectivamente: SP, AB, G e SG.

28) Alternativa A

O tempo de vida do Sol é:

$$\Delta t_{Sol} = \frac{E_{Sol}}{L_{Sol}} = \frac{0{,}007.0{,}1.M_{Sol}.c^2}{L_{Sol}} \Rightarrow \Delta t_{Sol} = \frac{7.10^{-4}.1{,}99.10^{30}.(3.10^8)^2}{3{,}83.10^{26}} \Rightarrow \Delta t_{Sol} \approx 3{,}27.10^{17}\,s = 10^{10}\,anos$$

Para uma estrela qualquer da sequência principal, temos:

$$\frac{\Delta t_{SP}}{\Delta t_{Sol}} = \frac{E_{SP}}{L_{SP}}.\frac{L_{Sol}}{E_{Sol}} \Rightarrow \frac{\Delta t_{SP}}{\Delta t_{Sol}} = \frac{7.10^{-4}.10.M_{Sol}.c^2}{k.(10M_{Sol})^3}.\frac{k.(M_{Sol})^3}{7.10^{-4}.M_{Sol}.c^2} \Rightarrow \frac{\Delta t_{SP}}{\Delta t_{Sol}} = \frac{1}{100} \Rightarrow \Delta t_{SP} = \frac{10^{10}}{10^2} \Rightarrow \boxed{\Delta t_{SP} = 10^8\,anos}$$

29) Alternativa B

Do gráfico, temos que do ponto 7 para o ponto 9 a luminosidade aumenta.

30) Alternativa C

Sabendo que a distância em parsec é inversamente proporcional a paralaxe $d(pc) = \frac{1}{p('')}$, demos que as distâncias das estrelas em relação a Terra são respectivamente: d_A = 2,78 pc, d_B = 2,38 pc e d_c = 5 pc. Logo;

I – Incorreta. A distância d_A é menor que a distância d_B.
II – Correta.
III – Correta.

31) Alternativa B

Da definição da ampliação, ou magnificação, temos:

$$A = \frac{f_{ob}}{f_{oc}} = \frac{2000\,mm}{40\,mm} \Rightarrow \boxed{A = 50\,X}$$

32) Alternativa C

Analisando o diagrama, temos que as linhas espectrais estão se deslocando para a região de menor comprimento de onda (maior frequência) que corresponde ao deslocamento para o azul (blueshift).

33) Alternativa B

Considerando as estrelas a mesma distância do observador, da equação geral das magnitudes, temos:

$$m_1 - m_2 = -2{,}5.\log\left(\frac{F_1}{F_2}\right) \Rightarrow m_1 - m_2 = -2{,}5.\log\left(\frac{L_1}{4\pi.d^2}\frac{4\pi.d^2}{L_2}\right) \Rightarrow m_1 - m_2 = -2{,}5.\log\left(\frac{L_1}{L_2}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1{,}5 - (-2{,}0) = -2{,}5.\log\left(\frac{L_1}{5.10^{-4}}\right) \Rightarrow \frac{L_1}{5.10^{-4}} = 10^{-1{,}4} \Rightarrow \boxed{L_1 \approx 2{,}010^{-5}\,W}$$

34) Alternativa D

Considerando um satélite de massa desprezível orbitando a Lua, da 3ª lei de Kepler, temos:

$$\frac{P^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G.M_{Lua}} \Rightarrow \frac{P^2}{(r_{Lua}+h)^3} = \frac{4\pi^2}{G.M_{Lua}} \Rightarrow \frac{(2\,551\,443\text{ s})^2}{(1{,}738.10^3 m+h)^3} = \frac{4\pi^2}{6{,}67.10^{-11}.7{,}3.10^{22}} \Rightarrow \boxed{h \approx 9{,}12.10^7 m = 91.10^3 km}$$

35) Alternativa B

Quanto mais rapidamente as estrelas pulsam, menor é o valor do período P. Da equação da pulsação das Cefeidas, temos que quanto menor o valor de P, maior é o valor de M ("menos negativa fica equação"). Como a luminosidade é inversamente proporcional a magnitude a estrela fica menos luminosa.

36) Alternativa D

Do esquema apresentado, temos que a velocidade relativa entre as galáxias D e E é de afastamento no valor de 70 km/s. Já entre a galáxia E e a Via Láctea, a velocidade relativa é de afastamento no valor de 140 km/s.

37) Alternativa C

Da equação de Pogson, temos:

$$m - M = 5\log d - 5 \Rightarrow 6 - 4{,}8 = 5\log d - 5 \Rightarrow \boxed{d \approx 17{,}4pc \approx 60a.l.}$$

38) Alternativa B

A inscrição refere-se a relação entre a distância focal do espelho primário e a distância focal da ocular do aparelho conhecida como magnificação. A magnificação é a propriedade associada a fazer os objetos parecerem maiores.

39) Alternativa C

Considerando que a magnitude máxima que o olho humano consegue captar é 6 e estimando o diâmetro da pupila humana em 6 mm, temos que a magnitude limite de um instrumento em função da sua abertura (em mm) é dada por:

$$\left| \begin{array}{l} m_{\lim} - m_{olho} = -\frac{5}{2}.\log\left(\frac{F_{\lim}}{F_{olho}}\right) \\ F = \frac{L}{\pi.\left(\frac{d}{2}\right)^2} \end{array} \right. \Rightarrow m_{\lim} - 6 = -\frac{5}{2}.\log\left(\frac{4.L}{\pi.D^2}.\frac{\pi.6^2}{4.L}\right) \Rightarrow m_{\lim} - 6 = -5.\log\left(\frac{6}{D}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{\lim} - 6 = -5.(\log 6 - \log D) \Rightarrow m_{\lim} = 2{,}1 + 5\log D$$

Portanto, para observarmos Plutão precisamos de um intrumento de abertura mínima igual a:

$$m_{\lim} = 2{,}1 + 5\log D \Rightarrow 14 = 2{,}1 + 5\log D \Rightarrow D \approx 240mm$$

Dentre as opções apresentadas, Plutão torna-se visível com um telescópio com abertura de 1 m.

40) Alternativa C

Do gáfico, temos que o comprimento de onda observado da linha H_α é 7600 Å. Portanto, da equação do efeito doppler vem:

$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{7600 - 6562{,}8}{6562{,}8} \Rightarrow z \approx 0{,}16$$

Então:

$$z=\sqrt{\frac{1+\frac{v}{c}}{1-\frac{v}{c}}}-1\Rightarrow(z+1)^2=\frac{1+\frac{v}{c}}{1-\frac{v}{c}}\Rightarrow(z+1)^2.\left(1-\frac{v}{c}\right)=1+\frac{v}{c}\Rightarrow(z+1)^2-\frac{v}{c}.(z+1)^2=1+\frac{v}{c}\Rightarrow$$

$$\Rightarrow(z+1)^2=1+\frac{v}{c}+\frac{v}{c}.(z+1)^2\Rightarrow(z+1)^2-1=\frac{v}{c}\left[1+(z+1)^2\right]\Rightarrow\frac{v}{c}=\frac{(z+1)^2-1}{(z+1)^2+1}=\frac{(0{,}16+1)^2-1}{(0{,}16+1)^2+1}\Rightarrow v\approx 0{,}15c$$

Da Lei de Hubble, temos:

$$v=H_0.d\Rightarrow 0{,}15c=70.d\Rightarrow d=\frac{0{,}15.3.10^5}{70}\approx\boxed{643Mpc}$$

41) Alternativa B

As montagens apresentam, respectivamente, os focos primário, Newtoniano, Cassegrain e Coudé.

42) Alternativa C

Observa-se que no centro de naossa galáxia existem estrelas orbitando em torno de um objeto invisível. Sabe-se hoje que se trata de um buraco negro.

43) Alternativa D

Para estudar nuvens frias, portanto emissores de ondas de baixa frequência e grande comprimento de onda (como as ondas de rádio) utiliza-se radiotelescópios.

44) Alternativa D

Um telescópio é um coletor de ondas eletromagnéticas (como a luz), ele é projetado para coletar o máximo possível destas ondas.

45) Alternativa B

Da 3ª. Lei de Kepler, temos que o período orbital do cometa é:

$$P^2=a^3\Rightarrow P=\sqrt{4^3}\Rightarrow P=8\,anos$$

Portanto, a partir de 2017, será visível em 2025.

46) Alternativa A

A distância ao periélio do cometa é dada por:

$$Q=a(1-e)=4.(1-0{,}12)\Rightarrow\boxed{Q=3{,}52\,UA}$$

47) Alternativa D

Como e > 1, temos que a órbita é aberta (hiperbólica). Portanto, o cometa não será visível novamente.

48) Alternativa E

I – Correta. A velocidade tangencial do pulsar é dada por:

$$v=\frac{2\pi R}{T}=\frac{2.3.10km}{30.10^{-3}s}=2000\,km/s$$

II – Correta. Para que o pulsar não se rompa, a aceleração centrífuga deve ser menor que a aceleração gravitacional. A velocidade tangencial na iminência do rompimento vale:

$$F_C = F_G \Rightarrow \frac{v_R^{\ 2}}{R} = \frac{GM}{R^2} \Rightarrow v_R = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{\frac{6{,}67.10^{-11}.3.10^{26}}{10.10^3}} \Rightarrow v_R \approx 1414{,}5 \text{ km/s}$$

III – Correta. Como $v > v_R$, este pulsar irá se romper.

49) Alternativa A

Comparando os dados de Almateia com os de Ganimedes, da 3ª Lei de Kepler, temos que o período orbital de Almateia é:

$$\frac{P_A^2}{a_A^3} = \frac{P_G^2}{a_G^3} \Rightarrow \frac{P_A^2}{2{,}53^3} = \frac{(7.24+3{,}7)^2}{14{,}97^3} \Rightarrow \frac{P_A^2}{2{,}53^3} = \frac{171{,}10^2}{14{,}97^3} \Rightarrow P_A \approx 11{,}89\ h$$

O intervalo de tempo decorrido entre duas configurações iguais consecutivas é o período sinódico S, portanto:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{P_A} - \frac{1}{P_G} \Rightarrow \frac{1}{S} = \frac{1}{11{,}89} - \frac{1}{171{,}10} \Rightarrow \boxed{S \approx 13\ h}$$

50) Alternativa C

Seja M a massa das N estrelas de massa m juntas, temos que:

$$M = N.m \Rightarrow d.\frac{4}{3}\pi R^3 = N.d.\frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow r = R.N^{-\frac{1}{3}}$$

Sabendo que L_0 é a luminosidade da estrela inicial, de raio R, a luminosidade das N estrelas combinadas será:

$$L = N.(4\pi r^2.\sigma.T^4) = N.(4\pi R^2.N^{-\frac{2}{3}}.\sigma.T^4) \Rightarrow L = N^{\frac{1}{3}}.L_0$$

Da equação geral das magnitudes, vem:

$$m - m_0 = -2{,}5.\log\left(\frac{L}{L_0}\right) \Rightarrow m - m_0 = -2{,}5.\log N^{\frac{1}{3}} \Rightarrow \boxed{m = m_0 - \frac{2{,}5}{3}\log N}$$

51) Alternativa A

Da equação do raio de Schwartzchild e da área de uma esfera, temos:

$$\left| \begin{array}{l} R = \dfrac{2GM}{c^2} \\ A = 4\pi.R^2 \end{array} \right. \Rightarrow A = 4\pi.\left(\frac{2GM}{c^2}\right)^2 \Rightarrow \boxed{A = \frac{16\pi}{c^4}.G^2M^2}$$

52) Alternativa E

Considerando que o buraco negro inicial de área A_0 se divide em N buracos negros menores de área A, da questão anterior, temos que a relação das áreas é:

$$\left| \begin{array}{l} A_0 = \dfrac{16\pi}{c^4}.G^2M^2 \\ A = \dfrac{16\pi}{c^4}.G^2\left(\dfrac{M}{N}\right)^2 \end{array} \right. \Rightarrow A = \frac{A_0}{N^2}$$

Comparando as temperaturas, vem:

$$\left| \begin{array}{l} T_0 = \dfrac{k}{M} \\ T = \dfrac{N.k}{M} \end{array} \right. \Rightarrow T = N.T_0$$

Portanto, da Lei de Stefan-Boltzmann temos:

$$\frac{L_0}{L}=\frac{A_0.\sigma.T_0^4}{N.A.\sigma.T^4}\Rightarrow\frac{L_0}{L}=\frac{N^2.A_0.\sigma.T_0^4}{N.A_0.\sigma.(NT_0)^4}\Rightarrow\frac{L_0}{L}=\frac{1}{N^3}\Rightarrow\boxed{L=N^3.L_0}$$

53) Alternativa C

Como a órbita do foguete lançado pelos alunos da Caltech é elíptica de semieixo maior a, temos que a energia total ou mecânica do foguete é:

$$E_{CAL_i}=-\frac{GMm}{2a}$$

Para que o foguete dos alunos da Caltech escape da órbita terrestre, ou seja, passe a ter uma órbita aberta, deverá receber energia, do foguete enviado pelos alunos do MIT (E_{MIT}) , de tal forma que a nova energia mecânica seja maior ou igual a zero. Considerando a situação de energia mínima (E_{CALf} = 0, órbita parabólica), temos:

$$E_{CAL_f}=E_{CAL_i}+E_{MIT}\Rightarrow 0=-\frac{GMm}{2a}+E_{MIT}\Rightarrow\boxed{E_{MIT}=\frac{GMm}{2a}}$$

54) Alternativa B

Analisando a imagem, temos que o diâmetro angular aparente do Sol é cerca de 3 vezes maior que o diâmetro angular aparente da Lua. Sendo d a distância entre satélite e a Lua e D_{Terra} o diâmetro da Terra, temos:

$$tg(3.32')=\frac{D_{Terra}}{3.d}\Rightarrow tg(10{,}67')=\frac{12720}{3.d}\Rightarrow\boxed{d\approx 1{,}37.10^6 km}$$

55) Alternativa A

O poder de resolução θ de um telescópio é definido por:

$$\theta=1{,}22.\frac{\lambda}{D}$$

Onde θ é o ângulo a partir do qual é possível distinguir dois objetos e D é o diâmetro do telescópio que observa um comprimento de onda λ. Quanto menor o θ, dizemos que o telescópio tem maior poder de resolução, ou seja, consegue distinguir pontos mais próximos entre si. Portanto, para o mesmo comprimento de onda observado, quanto maior o diâmetro do telescópio, ou no caso maior, a distância entre os radiotelescópios, maior o poder de resolução.

56) Alternativa C

Analisando o esquema, temos que no ponto 1 a velocidade radial e nula e a velocidade tangencial é mínima. No ponto 2 e 3, a estrela está se afastando do observador; logo as linhas espectrais deslocam-se para o vermelho (redshift). No ponto 4 a velocidade radial é nula e a tangencial é máxima. Já no ponto 5 a estrela se aproxima do observador; logo as linhas espectrais deslocam-se para o azul (blueshift).

57) Alternativa D

Analisando o gráfico, temos que a curva vermelha tem maior amplitude que a curva azul. Portanto, $V_A>V_B$.

Como A e B formam um binário, cada componente orbita o centro de massa com igual período. Portanto, $P_A=P_B$.

Se a velocidade radial da componente A é maior do que a da componente B, para o mesmo tempo de revolução em torno do centro de massa do sistema, podemos afirmar que A está mais afastada do centro de massa do sistema. Portanto, $M_A<M_B$.

58) Alternativa B

As distâncias do cometa no periélio (r_P) e no afélio (r_a), são:

$$r_P = \frac{a(1-e^2)}{1+e.\cos 0^o} = \frac{a.(1-e).(1+e)}{(1+e)} \Rightarrow r_P = a.(1-e)$$
$$r_A = \frac{a(1-e^2)}{1+e.\cos 180^o} = \frac{a.(1-e).(1+e)}{(1-e)} \Rightarrow r_P = a.(1+e)$$

Então as velocidades orbitais no periélio (v_P) e no afélio(v_A), são:

$$V_P^2 = G(M+m).\left(\frac{2}{a.(1-e)} - \frac{1}{a}\right) \Rightarrow V_P^2 = G(M+m).\left(\frac{1+e}{a.(1-e)}\right)$$
$$V_A^2 = G(M+m).\left(\frac{2}{a.(1+e)} - \frac{1}{a}\right) \Rightarrow V_P^2 = G(M+m).\left(\frac{1-e}{a.(1+e)}\right)$$

Logo, a razão entre as velocidades, será:

$$\frac{V_P^2}{V_A^2} = \frac{G(M+m).\left(\frac{1+e}{a.(1-e)}\right)}{G(M+m).\left(\frac{1-e}{a.(1+e)}\right)} = \left(\frac{1+e}{1-e}\right)^2 \Rightarrow \frac{V_P}{V_A} = \frac{1+e}{1-e} = \frac{1+0,6}{1-0,6} \Rightarrow \boxed{\frac{V_P}{V_A} = 4}$$

59) Alternativa B

As imagens mostram respectivamente um esquema de lentes Galileano (1), Kepleriano (2) e Terrestre(3).

60) Alternativa C

Considerando que a magnitude máxima que o olho humano consegue captar é 6 e estimando o diâmetro da pupila humana em 6 mm, temos que a magnitude limite de um instrumento em função da sua abertura (em mm) é dada por:

$$\begin{cases} m_{\lim} - m_{olho} = -\frac{5}{2}.\log\left(\frac{F_{\lim}}{F_{olho}}\right) \\ F = \frac{L}{\pi.\left(\frac{d}{2}\right)^2} \end{cases} \Rightarrow m_{\lim} - 6 = -\frac{5}{2}.\log\left(\frac{4.L}{\pi.D^2}.\frac{\pi.6^2}{4.L}\right) \Rightarrow m_{\lim} - 6 = -5.\log\left(\frac{6}{D}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{\lim} - 6 = -5.(\log 6 - \log D) \Rightarrow m_{\lim} = 2,1 + 5\log D$$

Portanto, para observarmos Próxima Centauri precisamos de um intrumento de abertura mínima igual a:

$$m_{\lim} = 2,1 + 5\log D \Rightarrow 11 = 2,1 + 5\log D \Rightarrow D \approx 60,25mm$$

Dentre as opções apresentadas, Próxima Centauri torna-se visível com um telescópio com abertura de 1 m.

61) Alternativa A

Sabendo que o horizonte de eventos é a fronteira teórica ao redor de um buraco negro a partir da qual a velocidade de escape é igual a velocidade da luz, temos que o raio do horizonte r de eventos resultante pode ser calculado por:

$$\begin{cases} v_e = \sqrt{\dfrac{2G(M_1+M_2)}{r}} \\ v_e = c \end{cases} \Rightarrow c = \sqrt{\dfrac{2G(M_1+M_2)}{r}} \Rightarrow r = \dfrac{2G(M_1+M_2)}{c^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r = \frac{2.6{,}67.10^{-11}.(1{,}66+2{,}04).2.10^{30}}{(3.10^8)^2} \Rightarrow r = 10968m \Rightarrow \boxed{r = 10{,}97\,km}$$

62) Alternativa B

Sabendo que a distância entre dois vértices opostos em um cubo de lado L é L$\sqrt{3}$, da Lei de Hubble, temos:

$$v = H_0.d = H_0.L\sqrt{3} \Rightarrow v = 70.4{,}2.\sqrt{3} \Rightarrow \boxed{v = 509{,}2\,km/s}$$

63) Alternativa A

A atmosfera da Terra interfere no espectro da estrela absorvendo alguns comprimentos de onda fazendo que sejam detectadas uma quantidade menor de linhas quando comparadas com uma análise realizada fora da atmosfera.

64) Alternativa D

Analisando o diagrama, percebemos que as estrelas de classe espectral M são mais frias que as estrelas de classe espectral A. Para temperaturas baixas, o hidrogênio encontra-se no estado fundamental (não ionizado), ou seja, ocorrem poucas colisões energéticas o suficiente para excitar o hidrogênio, o que explica a baixa intensidade das linhas encontradas nas estrelas classe M.

65) Alternativa A

Comparando o fluxo solar em Júpiter com o na Terra, temos:

$$\begin{cases} F_J = \dfrac{L_{Sol}}{4\pi.d_J^2} \\ F_T = \dfrac{L_{Sol}}{4\pi.d_T^2} \\ d_J = 5{,}2.d_T \end{cases} \Rightarrow \frac{F_J}{F_T} = \left(\frac{d_T}{d_J}\right)^2 = \left(\frac{d_T}{5{,}2.d_T}\right)^2 \Rightarrow F_J = 0{,}037.F_T \Rightarrow \boxed{F_J = 3{,}7\%\,F_T}$$

66) Alternativa C

Sendo t o tempo do processo, temos:

$$t = \frac{massa\,total}{taxa\,de\,formação\,estelar} \Rightarrow t = \frac{10^9.2.10^{30}}{5.10^{30}} \Rightarrow \boxed{t = 4.10^8\,anos}$$

67) Alternativa A

I – Verdadeira. Pelo gráfico, temos que estrelas de 1 M_{Sol} possuem raio menor que 1 R_{Terra}.
II – Verdadeira. Analisando a relação teórica apresentada, quanto maior a massa, menor o raio.
III – Verdadeira. O gráfico mostra que não existem Anãs Brancas maiores que o Limite de Chandrasekhar (1,4 M_{Sol}).

68) Alternativa B

A resolução angular θ do telescópio é:

$$sen\theta = 1{,}22.\frac{\lambda}{D} \Rightarrow sen\theta = 1{,}22.\frac{500.10^{-9}}{8.10^{-2}} \Rightarrow \theta = 4{,}369.10^{-4}\,rad$$

Logo, o diâmetro d mínimo possível que uma cratera na superfície da Lua precisa ter para ser distinguida por este telescópio é de aproximadamente:

$$tg\theta = \frac{d}{376000\,km} \Rightarrow d = 376000.tg(4{,}369.10^{-4}) \Rightarrow \boxed{d = 2{,}9\,km}$$

69) Alternativa A

Considerando o corpo no afélio, sua distância r ao astro que ocupa um dos focos da elipse de semieixo maior a e excentricidade e pode ser obtida por:

$$r = a.(1+e) = 10.(1+0{,}1) \Rightarrow r = 11ua$$

Portanto, da equação da velocidade para uma orbita elíptica, vem:

$$v = \sqrt{GM.\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right)} \Rightarrow v = \sqrt{6{,}67.10^{-11}.2.10^{30}.\left(\frac{2}{11.1{,}5.10^{11}} - \frac{1}{10.1{,}5.10^{11}}\right)} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow v = 8530 m/s \Rightarrow \boxed{v \approx 8{,}5\,km/s}$$

70) Alternativa D

O tempo de integração de um telescópio é inversamente proporcional a sua área coletora de luz:

$$\Delta t = \frac{fluxo}{área} = \frac{F}{A}$$

Considerando que os telescópios desempenham a mesma tarefa (fluxo constante) comparando as duas situações, temos:

$$\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{A_1}{A_2} = \frac{\pi.r_1^2}{\pi.r_2^2} \Rightarrow \frac{\Delta t_2}{1} = \left(\frac{0{,}5}{3}\right)^2 \Rightarrow \boxed{\Delta t_2 = \frac{1}{36}h}$$

71) Alternativa A

Da definição de paralaxe, temos que a distância d entre o sistema binário e a Terra é:

$$\pi(1'') = \frac{1\,ua}{d(pc)} \Rightarrow 0{,}10'' = \frac{1\,ua}{d} \Rightarrow d = 10pc = 10\frac{ua}{1''}$$

Lembrando que para ângulos pequenos $tg\theta \approx \theta$, o semieixo a maior da órbita desse sistema é:

$$tg\theta = \frac{a}{d} \Rightarrow a = d.tg\theta \Rightarrow a = 10\frac{ua}{1''}.1'' \Rightarrow a = 10\,ua$$

Da terceira Lei de Kepler, temos:

$$\frac{P^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G(m_1+m_2)} \Rightarrow \frac{P^2_{(anos)}}{a^3_{(ua)}} = \frac{1}{(m_1+m_2)_{(M_{Sol})}} \Rightarrow \frac{12{,}5^2}{10^3} = \frac{1}{m_1+m_2} \Rightarrow m_1+m_2 = 6{,}4$$

Aplicando a conservação do momento no binário, vem:

$$m_1.r_1 = m_2.r_2 \Rightarrow m_1.1 = m_2.4 \Rightarrow m_1 = 4.m_2$$

Resolvendo o sistema, temos:

$$\left| \begin{array}{l} m_1+m_2 = 6{,}4 \\ m_1 = 4.m_2 \end{array} \right. \Rightarrow 4m_2 + m_2 = 6{,}4 \Rightarrow \boxed{m_2 = 1{,}28\,M_{Sol}} \quad e \quad \boxed{m_1 = 5{,}12\,M_{Sol}}$$

72) Alternativa B

Aplicando a equação de Pogson para a estrela 1, temos que sua magnitude absoluta é:

$$m_1 - M = 5\log d_1 - 5 \Rightarrow 17 - M = 5\log 10^3 - 5 \Rightarrow M = 7$$

Como a magnitude absoluta das duas estrelas são iguais, a distância d_2 que a segunda estrela está de nós é:

$$m_2 - M = 5\log d_2 - 5 \Rightarrow 12 - 7 = 5\log d_2 - 5 \Rightarrow \boxed{d_2 = 100\,pc}$$

73) Alternativa C

A partir das informações da estrela A, temos que a distância d_1 entre as estrelas A e B é:

$$m_A - M_A = 5\log d_1 - 5 \Rightarrow 6 - 2 = 5\log d_1 - 5 \Rightarrow d_1 = 63{,}1\,pc$$

A partir das informações da estrela B, temos que a distância d_2 entre as estrelas B e C é:

$$m_B - M_B = 5\log d_2 - 5 \Rightarrow 6 - 3 = 5\log d_2 - 5 \Rightarrow d_2 = 39{,}8\,pc$$

Utilizando as condições de existência de um triângulo, temos:

$$d_1 - d_2 < d_3 < d_1 + d_2 \Rightarrow 23{,}3 < d_3 < 102{,}9$$

Para que a magnitude absoluta da estrela C seja máxima, devemos assumir o maior valor de d_3, portanto:

$$m_C - M_C = 5\log d_3 - 5 \Rightarrow 6 - M_C = 5\log 102{,}9 - 5 \Rightarrow \boxed{M_C = 0{,}94}$$

74) Alternativa C

Pelo modelo do Oumuamua, o brilho máximo acontece quando o objeto é visto de lado e o brilho mínimo, quando visto de frente. Da equação geral das magnitudes, temos:

$$m_{frente} - m_{lado} = -2{,}5.\log\left(\frac{F_{frente}}{F_{lado}}\right) \Rightarrow \Delta m = -2{,}5.\log\left(\frac{F_{frente}}{F_{lado}}\right) \Rightarrow 2{,}5 = -2{,}5\log\left(\frac{F_{frente}}{F_{lado}}\right) \Rightarrow \frac{F_{lado}}{F_{frente}} = 10$$

Como o fluxo é proporcional a área de visada, da geometria do sistema, temos:

$$F_{frente} \propto \pi b^2 \quad e \quad F_{lado} \propto \pi a.b$$

Portanto, a razão entre os semieixos a e b será:

$$\frac{F_{lado}}{F_{frente}} = 10 \Rightarrow \frac{\pi ab}{\pi b^2} = 10 \Rightarrow \boxed{\frac{a}{b} = 10}$$

75) Alternativa D

Sabendo que a razão focal do telescópio é $f/10$, ou seja, R = 10; da definição de razão focal, temos que a distância focal da objetiva é:

$$R = \frac{F_{ob}}{D} \Rightarrow 10 = \frac{F_{ob}}{200\ mm} \Rightarrow F_{ob} = 2\ m$$

Considerando apenas um pixel quadrado de d = 7,20 μm de lado posicionado no foco do telescópio, temos que o ângulo de resolução θ é:

$$tg\theta \approx \theta = \frac{d}{F_{ob}} = \frac{7{,}2.10^{-6}}{2} \Rightarrow \theta = 3{,}6.10^{-6}\ \frac{rad}{pixel} = 3{,}6.10^{-6}.\frac{180.3600}{\pi} \Rightarrow \boxed{\theta = \frac{0{,}74''}{pixel}}$$

76) Alternativa B

Da equação de Pogson, temos que a magnitude absoluta da galáxia de Andrômeda é:

$$m - M = 5\log d - 5 \Rightarrow 3{,}4 - M = 5\log\left(0{,}78.10^{6}\right) - 5 \Rightarrow M = -21{,}06$$

Para que a galáxia de Andrômeda tivesse o dobro do seu brilho atual, seu fluxo medido aqui na Terra também deveria ser o dobro. Logo, sua magnitude aparente m_f deveria ser:

$$m_f - m = -2{,}5\log\frac{F_2}{F_1} \Rightarrow m_f - 3{,}4 = -2{,}5\log\frac{2F_1}{F_1} \Rightarrow m_f = 2{,}65$$

Portanto, nesta nova situação, a distância d_f entre a Terra e a galáxia de Andrômeda seria:

$$m_f - M = 5\log d_f - 5 \Rightarrow 2{,}65 + 21{,}06 = 5\log d_f - 5 \Rightarrow d_f = 5{,}52.10^{5}\ pc \Rightarrow \boxed{d_f = 0{,}55 Mpc}$$

77) Alternativa A

Considerando que os asteroides do Cinturão Principal estão distribuídos em um plano de raio externo R = 3,3 ua e o raio interno r = 2,1 ua, temos que a área de distribuição é:

$$A = \pi(R^2 - r^2) \Rightarrow A = 3{,}14.\left[(3{,}3.1{,}5.10^8)^2 - (2{,}1.1{,}5.10^8)^2\right] \Rightarrow A = 4{,}578.10^{17}\ km^2$$

Assumindo uma distribuição uniforme de asteroides, encontraremos 1 asteroide a cada:

$$\rho = \frac{A}{n_{total}} = \frac{4{,}578.10^{17}\ km^2}{800.10^3\ asteroides} \Rightarrow \rho = 5{,}722.10^{11}\ \frac{km^2}{asteroide}$$

Portanto, pode-se estimar que a ordem de grandeza da distância média entre estes objetos é:

$$d = \sqrt{\rho} = \sqrt{5{,}722.10^{11}} \Rightarrow d = 7{,}56.10^{5}\ km \Rightarrow \boxed{OG = 10^{6}\ km}$$

78) Alternativa D

De acordo com a Lei de Wien, quanto maior for a temperatura do corpo, menor será o comprimento de onda para o qual a emissão é máxima ($\lambda_{máx}.T = cte$). Comparando os gráficos dos corpos A, B e C (considerando-os corpos negros ideais) verifica-se que o corpo B apresenta a máxima emissão para o menor comprimento de onda. Portanto, o corpo B é o corpo que possui a temperatura mais alta.

79) Alternativa A

I – Falso. Como a velocidade orbital depende do raio da órbita dos satélites em relação a Terra, temos que as velocidades orbitas dos satélites I e II são iguais.
II – Falso. Por ter metade do orbital, a velocidade do satélite III é $\sqrt{2}$ vezes maior que a do satélite II.
III – Verdadeiro. Aplicando a 3ª Lei de Kepler para os satélites I e II, temos que como os raios orbitais são iguais, os períodos orbitais também serão.
IV – Verdadeiro. Os satélites II e III têm a mesma massa, mas III está mais perto da Terra, então $F_3 > F_2$. Os satélites I e II estão na mesma órbita, mas II tem mais massa, então $F_2 > F_1$. Portanto, $F_3 > F_2 > F_1$.

80) Alternativa D

Aplicando a 3ª Lei de Kepler, temos que a distância entre a estrela e o "impossível" buraco negro é:

$$\frac{P^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G(M+m)} \Rightarrow \frac{P^2_{anos}}{a^3_{ua}} = \frac{1}{(M+m)_{M_{Sol}}} \Rightarrow a^3 = (M+m).P^2 \Rightarrow a^3 = (70+8).\left(\frac{79}{365}\right)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{a = 1{,}54\,ua}$$

Portanto, a uma distância comparável à distância média entre Marte e o Sol.